



EESTI MAAÜLIKOOL

Metsandus- ja maaehitusinstituut

Maaehituse osakond

Uku Vernik

HERNE 36 PUITELAMU E HITUSTEHNILINE SEISUKORD

THE TECHNICAL CONDITION OF HERNE 36 RESIDENTIAL BUILDING

Magistritöö

Maaehituse õppekava

Juhendajad: nooremteadur Martti-Jaan Miljan

Professor Jaan Miljan

Tartu 2017



Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Uku Vernik		Õppekava: Maaehitus	
Pealkiri: Herne 36 puitlamu ehitustehniline seisukord			
Lehekülgi: 84	Jooniseid: 20	Tabeleid: 8	Lisasid: 4
Osakond:		Maaehitus	
Uurimisvaldkond:		T 220	
Juhendajad:		nooremteadur Martti-Jaan Miljan professor Jaan Miljan	
Kaitsmiskoht ja aasta:		Tartu 2017	
<p>Käesolev magistritöö käsitleb miljööväärtuslikus piirkonnas asuva hoone vanusest tekkinud probleeme. Uurimistöö eesmärgiks oli tuvastada hoone seisukord, tuua välja esinevad probleemid ning nende tekkepõhjused ja pakkuda nende likvideerimiseks lahendusi. Selleks tehti hoonele visuaalselt ehitustehnilise seisundi hindamine Tõnu Keskküla poolt väljatöötatud metoodika alusel. Valitud korterites viidi läbi CO₂ kontsentratsiooni, sisetemperatuuri, suhtelise õhuniiskuse mõõtmised, lisaks ka korterite õhupidavuse mõõtmised. Tulemusi võrreldi standardites ette antud piirnormidega.</p> <p>Uurimistööst selgus, et hoone on ehitustehniliselt halvas seisukorras. Hoone peamised probleemid on seotud liigniiskusega, piirete õhuleketega ja ebapiisava ventilatsiooniga. Liigniiskusest tingituna esineb hallituse ja mädanikkahjustusi kandvatel põrandal taladel kui ka hoone seina alumistel palkidel. Hoone suurest õhulekkest on korterites talvisel perioodil erinevates tubades temperatuuride erinevused.</p> <p>Koostatud uurimistöö võiks leida kasutust korterite omanike poolt, et saada infot hoone olukorra ja probleemide kohta ja renoveerimise vajadusele. Valminud tööst leiaks abi ka samas piirkonnas ja samal ajal ehitatud hoonete omanikud, kuna hoonete seisukord ja probleemid on sarnased.</p>			
Märksõnad: Supilinn, ehitustehniline seisukord, sisekliima, õhupidavus			

Estonian University of life sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Uku Vernik		Specialty: Rural Engineering	
Title: The technical condition of Herne 36 residential building			
Pages: 84	Figures: 20	Tables: 8	Appendixes: 4
Department:		Rural Engineering	
Field of research:		T 220	
Supervisors:		Junior researcherMartti-Jaan Miljan Professor Jaan Miljan	
Place and date:		Tartu 2017	
<p>In the framework of this master's thesis the author analysed the problems caused by the old age of the building located in an area of cultural and environmental value. The aim of this master's thesis was to identify the building's current condition, point out the problems encountered, their causes and provide solutions for eliminating the problems. A visual observation was carried out to evaluate the building's technical condition according to methodology compiled by Tõnu Keskküla. The CO₂ concentration, indoor temperature and relative humidity of selected apartments were measured. In addition, the apartment's air tightness was measured. The results were compared with the standards, the predetermined limits.</p> <p>It was made clear that the technical condition of the building is bad and the main problems of the building are related to excess moisture, air leakage of the railing and insufficient ventilation. The floor beams and the bottom logs of the wall have mold and rot damage due to excess moisture. Because of the air leaks the apartments have different temperatures in different rooms during winter.</p> <p>The master's thesis can be used by the owners of the apartments in the building to get information about the current state and problem of the building and the need to renovate. The thesis can also be helpful for the owners of other buildings in the area that are built at the same time since the conditions and problems can be similar.</p>			
Keywords: Supilinn, technical condition, indoor climate, air tightness			

Sisukord

SISSEJUHATUS	6
1 Kirjanduse ülevaade.....	8
1.1 Supilinna ajalugu ja hoonete iseloomustus	8
1.2 Supilinna miljööväärtusega hoonestusala kaitsmine ja säilitamine	10
1.3 Ehitamise nõuded Supilinna miljööväärtuslikul hoonestusalal.....	11
1.4 Hoonete ehitustehnilise seisukorra uurimine ja hindamine	12
1.5 Puitelamute ehitustehniline seisukord Eestis	16
2 Uuritav hoone ja selle tarindid.....	20
2.1 Hoone tarindid.....	20
2.2 Hoonete ehitustehnilise seisundi hindamismetoodika	21
2.3 Uuritava hoone tarindite ehitustehniline seisukord.....	22
2.4 Uuritava hoone prognoositav eluiga	30
3 Korterite sisekliima hindamine	33
3.1 Siseõhu temperatuuri ja niiskuskooormuse sõltuvus välistemperatuurist.....	33
3.2 Korterite kliima uurimise metoodika ja hindamiskriteeriumid	33
3.2.1 Temperatuuri ja suhtelise niiskuse mõõtmised	33
3.2.2 Siseõhu temperatuuri hindamiskriteeriumid	34
3.2.3 Siseruumide niiskuskooormuse hindamiskriteeriumid	36
3.2.4 Väliskliima.....	38
3.3 Korterite sisekliima mõõtmiste tulemused.....	38
3.3.1 Siseõhu niiskuskooormuse arvutus	38
3.3.2 Sisekliima sõltuvus välistemperatuurist.....	39
3.3.3 Siseõhu suhtelise niiskuse sõltuvus välistemperatuurist.....	41
3.4 Korterite ventilatsiooni toimivus ja siseõhu kvaliteet.....	43
3.4.1 CO ₂ sisalduse mõõtmise metoodika ja hindamise kriteeriumid	44
3.4.2 Korterite sisekliima mõõtmiste tulemused	45
3.5 Korterite piirete õhupidavus.....	48
3.5.1 Korterite piirete õhupidavuse mõõtmise ja hindamise metoodika	48
3.5.2 Mõõtmiste tulemused.....	50
4 Korterite elanike hinnangud ja strateegilised hoiakud: ankeetküsitluse kokkuvõtte tulemused	53
KOKKUVÕTE	59

KASUTATUD KIRJANDUS	62
SUMMARY	64
LISAD.....	67
Lisa 1. Inventariseerimise joonised	68
Lisa 2. Korterite elanike ankeetküsitluse blankett.....	75
Lisa 3. Õhulekke graafikud.....	82
Lisa 4. Fotod	83

SISSEJUHATUS

Kinnisvara hind Supilinnas tõuseb iga aastaga, kuna inimesed soovivad endale elamist soetada vaikes ja rahulikus piirkonnas ning luua endale omanäolise kodu. Inimesed on hakanud aasta-aastalt mõistma ka puitkorterelamus elamise võlusi ning sellega seoses soovitakse renoveerida vanu hooneid. Enne hoone renoveerimist tuleks aga teostada ehitustehnilise seisukorra hindamine, et end elamu seisukorraga kurssi viia. Põhjalikul ehitustehnilise seisukorra hindamisel on võimalik vähendada ootamatuid kulutusi ja ennetada ettenägematuid töid. Hindamine tuleks tellida oma ala spetsialistilt või firmalt, kes koostab hoonele renoveerimise projekti.

Töö eesmärgiks on uurida miljööväärtuslikul alal asuva hoone ehitustehnilist seisukorda ja sisekliimat ning tuua välja esinevad probleemid. Uuringust saadud tulemuste alusel on võimalik korteriomanikel muuta oma hoiakuid ja harjumusi, et korterite sisekliimat parandada. Harjumuste muutmisega on võimalik korterites niiskuskooormust vähendada ning seejuures vähendada hallitus- ja seenkahjustuste tekkeriski.

Käesolev magistritöö on jaotatud neljaks peatükiks, millest esimeses antakse ülevaade Supilinna ajaloolisest kujunemisest, hoonete konstruktiivsetest lahendustest ja arhitektuurist. Kirjeldatakse ka miljööväärtusliku hooneala kaitsmist, säilitamist ja ehitusnõudeid. Lisaks tuuakse välja „Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga“ lõpparuandes uuritud Eestis olevate puitkorterelamute ehitustehnilist seisukorda ja vaadeldakse hoone tehnilise seisukorra hindamise põhimõtteid.

Teises peatükis kirjeldatakse põhjalikult uuritava hoone konstruktsioone ja ehitustehnilisi lahendusi ning tuuakse välja hoone probleemsed kohad, mis tähelepanu nõuavad. Lisaks kirjeldatakse ehitustehnilise seisundi hindamismetoodikat, hinnatakse visuaalse välisvaatluse põhjal elamu seisukorda ning antakse soovitusi hoone eluea pikendamiseks. Hindeid antakse hoone põhilistele ehituslikele osadele nagu vundament, seinad, vahelaed ja katus, lisaks hinnatakse ka ukse ja aknaid, ühiskondlikke ruume, veevarustus-, kütte-, kanalisatsiooni-, ja elektrisüsteeme.

Kolmandas peatükis tuuakse välja sisekliima hindamise metoodika ning iseloomustatakse kolmes korteris teostatud temperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse mõõtmisi, esitatakse saadud tulemused ning võrreldakse määrustes esitatud nõuetega. Töös analüüsitakse, millistest teguritest on mõjutatud korterite sisekliima ja milliseid kahjustusi nii tervisele kui ka hoone tarinditele võib halb sisekliima tekitada. Lisaks käsitletakse hoone ventilatsiooni toimivust ja hinnatakse korterite siseõhu kvaliteeti õhus sisalduva CO₂ järgi, samuti kirjeldatakse korterite õhupidavust ja uuritakse õhulekke kohti, mis otseselt küttekulusid ja sisekliimat mõjutavad.

Neljandas peatükis analüüsitakse korteriomanike seas läbi viidud ankeetküsitluse tulemusi, mille eesmärgiks oli välja selgitada elanike rahulolu sisekliima ja soojusliku mugavusega ning tuua välja võimalikud korterite sisekliimast tingitud probleemid. Küsitlus viidi läbi üheksa Herne 36 asuva korteri omanikuga.

1 Kirjanduse ülevaade

1.1 Supilinna ajalugu ja hoonete iseloomustus

Supilinna näol on tegemist Emajõe ürgorus asuva Tartu linna eeslinnaga, mille tekkimine ja arenemine järgib Tartu arenemist ja muutusi. Tartu kujunes keskaegseks linnaks pärast Eestimaa vallutamist ristirüütlite poolt. Soodsa asendi tõttu nii põhja-lõuna kui ka ida-lääne suunaliste ühendusteede ristumiskohas sai Tartust keskaegse feodaalriigi – Tartu piiskopkonna – keskus. Keskajal valitses linnades erinev õiguslik kord kui maal. Lisaks linnamüüride sees olevale alale kehtis linnaõigus ka väljaspool müüre ümber linna paiknevas linnasarases, mida loeti linna osaks. See maa oli kas linna omanduses või sellel asusid linnakodanike krundid. Linnavalitsus rentis oma maad linnakodanikele kasutamiseks nii aedviljade kasvatamiseks kui ka loomapidamiseks. Need väljaspool linnamüüre olevad alad hoonestati, kui linnamüüri sees sai vaba maa otsa ning neist kujunesid eeslinnad elumajade, kõrtside, sepiskodade jms-ga. [1]

Liivimaa kubermanguvalitusus kinnitas 1776. aastal Tartu uue ehitusmääruse, millega määrati kindlaks linna kivimajade piirkonnad ja eeslinnadesse ehitatavatele puumajadele esitatavad nõuded [2]. Supilinna miljöö kujunemisel avaldas suurt rolli 1885. aastal kinnitatud Tartu ehitusmäärus, sest suur osa hooneid on ehitatud selle määruse kehtimise ajal.

Ehitusmäärus nõudis, et kõik ehitatavad hooned asuvad kohustuslikult ehitusjoonel tänava ääres või vähemalt 2 sülda (4,2 m) sellest tagapool. Ehitusjoonelt oli lubatud treppide ja muude väljaehituste ulatus 8 tolli (0,2 m). Lisaks pani määrus paika kruntide jagamise piirid, sest uue krundi tänavapoolne külg pidi olema nii pikk, et peale hoone jääks ruumi vähemalt 10 jala (3 m) laiuse värva või 9 jala (2,7 m) laiuse ja 10 jala (3 m) kõrguse võlvitud kangialuse jaoks. 1885. aasta ehitusmäärus pani paika tuleohutusnõuded, kui puithooned asusid üksteisele lähemal kui 4 sülda (8,5 m) - siis pidi neid eraldama tulemüüriaga.[1]

Supilinna tänavate nimed on välja kujunenud linnaosa lähedal asuvate objektide nimede järgi: Tähtvere, Kroonuaia, Emajõe/Väike-Emajõe, Piiri ja Allika. Lepiku tänava nimi

viitab talupojast kaupmehele, kes rajas Lepiku tänava. Herne, Oa, Kartuli, Marja tänavad on saanud nimed 19. sajandil, mil Supilinnas kasvatati erinevaid aiasaadusi. Supilinnale omaste tänavanimede andmine jätkub ka tänapäeval - viimastel aastakümnetel on nime saanud Selleri tänav, mis asub Marja ja Meloni tänava vahel ning Kõrvitsa tänav, mis asub Herne ja Lepiku tänava vahel. Supilinna 2001. aasta üldplaneeringus on tehtud ettepanek võtta täiendavalt kasutusele Porgandi, Tomati, Kapsa ja Kurgi nimetus. [1]

Supilinna on pidevalt ehitatud alates 18. sajandist. 19. sajandi alguses oli linnaosa veel hõredalt hoonestatud. See oli tingitud rasketest ehitustingimustest, tulenes Emajõe ürgoru asumisest soisel pinnasel, seega sinna ehitamine nõudis eritehnikat. Enamus praeguseks säilinud majadest on ehitatud 19. sajandi teisel poolel ning 20. sajandi alguskümnenditel. Supilinna ehitatud majade ajalist kuuluvust ei ole lihtne määratleda, kuna paljudel majadel on tehtud erinevaid muudatusi, juurde- ja pealeehitusi.

Supilinna hoonestamine algab vanimate tänavate äärest – Tähtvere, Emajõe, Kroonuaia ja Oa. 19. sajandi algul rajatud uutest tänavatest – Herne, Kartuli, Marja ja täispikkuses Meloni – ehitati kõigepealt Meloni tänavale, Herne tänava lõppu ning Kartuli tänavale. Selle aja ehitisi iseloomustavad ühe täiskorrusega majad, mis paiknevad tänava suhtes esi- või otsafassaadiga, rõhtlaudise ja kõrge viilkatuse kasutamine ning võrdlemisi väikesed aknad. 19. sajandi teisest poolest kuni 1920 keskpaigani ehitati ühekordseid maju edasi, lisaks ka palju kahekorruseliseid üürimaju, millel oli keskne trepikoda ja kõrge või keskmise kaldega viilkatus. 1930ndatel 1940ndatel tõusis esile modernistlik, nn Tähtvere funktsionalismi stiilis ehitatud kahekorruselised, madala kelpkatusega, krohvitud korterelamud, mis paiknevad üksikult traditsioonilise hoonestuse vahel. 1950ndatel aastatel ehitati ühekorruselisi rõhtlaudise ja kõrge viilkatusega elamuid. Hoone paigutusel ei järgitud üldist ehitusjoont, millest tingituna asuvad hooned eesaia taga või krundi keskel. 1960. kuni 1980. aastatel hakati ehitama krohvitud ja silikaattellisviimistlusega eramuid - sellised majad on Marja 33, Oa 30 ja Oa 30b. Kõige paremini on säilinud ajalooline hoonestusstiil Herne ja Kroonuaia tänaval, selle poolest võib pidada neid tänavaid Supilinna esindustänavateks. [3]

1.2 Supilinna miljööväärtusega hoonestusala kaitsmine ja säilitamine

Supilinn on Tartu linna üks väiksemaid linnaosi nii pindalalt (48 ha), kui ka elanike arvult (1790 inimest). Hetkel on suurem osa Supilinnast määratud miljööväärtusega hoonestusalaks (joonis 1) ning kesklinnalähedased kvartalid on arvatud Tartu vanalinna muinsuskaitseala koosseisu. Linnaosa ametlik piir kulgeb mööda Kroonuaia, Tähtvere ja Kauna tänavat ning mööda Emajõe kallast [1].



Joonis 1. Supilinna miljööväärtusliku hoonestusala plaan, musta ringiga on märgitud uuritava hoone asukoht. (Allikas <http://www.supilinn.ee/linnaosa/kaart>)

Supilinna miljööväärtusega hoonestusala kaitse eesmärk on tagada 19. sajandil kujunenud ainulaadse hoonestuslaadiga piirkonna üldilme, algselt säilinud krundistruktuuri, tänavavõrgu, tänavaruumi, haljastuse, maastikuelementide, kaug- ja sisevaadete ning ehitusajaloolise väärtusega hoonete säilimine ja taastamine. [3] Antud piirkonna säilitamisel on üksikhoone väärtusest olulisemgi miljöoline väärtus, st millise panuse iga üksikhoone annab miljöo tervikusse. Hinnates hoonete väärtuslikkust miljöo alasse, saame jagada majad nelja klassi: väga väärtuslikeks, väärtuslikeks, neutraalseteks ja miljööväärtuslikku keskkonda kahjustavateks. Miljööväärtuslikud hooned on peamiselt tsariajal ehitatud, rõhtlaudisega 1- ja 2-korruselised viilkatusega elamud. Sinna

kuuluvad lisaks 1920-1930ndatel ehitatud krohvviimistlusega 2- ja 3-korruselised mansard- või osakelpkatusega hooned, mis on ajas säilitanud oma esialgse välisilme [3].

Hoonete rekonstrueerimisel on oluline jälgida, et säiliks ajastule kohane välisilme ja ehituskehand ning tuleb võimalikult palju säilitada ja taaskasutada arhitektuurseid detaile. Uute elamute ehitamisel tuleb jälgida konkreetse kvartali või tänava hoonestusfrondi hoonestusviisi, ehitusmahtusid ja arhitektuurset iseloomu. [3]

1.3 Ehitamise nõuded Supilinna miljööväärtuslikul hoonestusalal

Tartu linna ehitustegevust reguleerib Tartu linnavolikogu ehitusmäärusega nr. 30. Ehitusmääruses on eraldi välja toodud miljööväärtuslikul alal ehitamise nõuded [4]:

- 1. Hoonete rekonstrueerimisel ja laiendamisel tuleb tagada miljööväärtuslike objektide ja nende osade säilime, restaureerimine ja taastamine. Hoone soojapidavuse parandamisel tuleb tagada võimalikult hoone algsete proportsioonide säilime.*
- 2. Akende ja uste vahetamisel peavad uued olema analoogsed esialgsetega , säilitades konstruktsiooni, materjalid, gabariidid, ruudujaotuse ja profiilid. Lubatud on sisemise raami ühekordne klaas vahetada klaaspaketi vastu.*
- 3. Miljööväärtuslike hoonete seinakatte, sokli või katuse remontimisel või vahetamisel tuleb kasutada algseid või algsele lähedasi materjale.*
- 4. Uute hoonete välisviimistluses tuleb kasutada laia laudist või krohvi, akende ja uste kujundus peab sobima piirnevate hoonete akende ja ustega, katusekatte materjalina tuleb kasutada tsingitud valtsplekki või katusekivi kui planeeringu või projekteerimisetingimustes ei ole ette nähtud teisiti.*
- 5. Miljööväärtusega hoonestusalal on keelatud elektrikilpide, õhksoojuspumpade ning muude tehniliste seadmete ja juhtmete paigaldamine hoonete avalikust ruumist vaadeldavatele fassaadidele ning nende ette. Juhtmed ja ühendused tuleb monteerida seinakatte all.*

1.4 Hoonete ehitustehnilise seisukorra uurimine ja hindamine

Suurem osa Supilinna puithooneid pärineb 19. sajandi lõpust ja 20. sajandi algusest, nendel hoonetel on suur ajalooline kui ka miljööline väärtus. Elukvaliteedi kasvades soovivad inimesed renoveerida väärtuslikke tsaariaegsed puitelamuid, millest Nõukogude ajal sooviti lahti saada ja lammutada. Paljud hooned on halvas seisukorras, kuna majavalitsused ei remontinud ega hooldanud neid piisavalt. Enne kui saab hoonet remontima või renoveerima hakata, tuleb läbi viia hoone seisukorra uuring ja hindamine. Kärt Hindriksoo magistritöös „Ehitustehnilise seisukorra hindamise juhend“, on kirjeldatud spetsialistidest koosnenud töögrupi poolt koostatud tegevuskava hoone ehitustehnilise seisukorra hindamise kohta. [5]

1. *Hoone elamis- ja kasutuskõlblikkuse kontroll*
2. *Ehitise avarii põhjuste väljaselgitamine, seda juhul kui hoonega on juba mida juhtunud*
3. *Esinevate vigade tekkepõhjuste väljaselgitamine:*
 - a) *Kas vead on tekkinud ehitise projekteerimise käigus?*
 - b) *Kas vead on tekkinud ehitise püstitamise käigus?*
 - c) *Kas vead on tekkinud ehitise ekspluateerimise käigus?*
4. *Ehitise kahjustuse ulatuse määramine*
5. *Ehitise uurimine renoveerimise, ümberehituse või funktsiooni muutmise kavandamiseks*
6. *Ehitise vastavuse hindamine kehtivatele või muutuvatele normidele (nt tehnosüsteemid)*
7. *Ehitise ostu-müügi lepingu vastavuse hindamine – seda nii uue kui ka olemasoleva ehitise puhul*
8. *Vajalike ehitustööde teostamise võimalikkusele hinnangu andmine (muinsuskaitsealused objektid, miljööväärtuslikud objektid jne)*
9. *Ehitise töökindluse hindamine (nt tehnosüsteemid)*
10. *Hoone turuväärtuse määramine*
11. *Hoone energiatõhususe määramine*

12. Ehitise kvaliteedi hindamine pea- ja alltöövõtjate omavahelise vaidluse lahendamiseks
13. Ekspluateerida, müüja ja ehitaja vaheliste vaidluste puhul kohtulahendile õigelase lahenduse leidmine
14. Päästeameti poolne kontroll ehitise tuleohutusnõuete täitmise kohta visuaalse vaatluse teel ja katsetega
15. Ehitise konstruktsioonide biokahjustuste ulatuse määramine ning tõrje ja taastamiseks maksumuse leidmine.

Sulev Käärid on oma õpikus „Hoonete remont ja rekonstrueerimine I“ välja toonud, et vana hoone taastamine nõuab spetsiifilisi teadmisi. Seega peaksid kõik restaureerimises või taastamises osalejad ja ka hoone omanikud tundma vana maja ehitustehnikat, sealhulgas:

- oma aja töövõtteid ja ehitustavasid,
- kandetarindite ehitust ja töötamise põhimõtteid,
- traditsiooniliste ehitusmaterjalide omadusi ja kasutamist,
- kaasaegset hoonete remonditööde ideoloogiat ja aluspõhimõtteid. [6]

Remondi õnnestumiseks tuleb teha põhjalikud uuringud ja hankida usaldusväärsed lähteandmed, vastasel juhul võib tööde käigus tekkida ootamatuid üllatusi, mis võivad osutada kalliks ja hoone ajaloolist väärtust vähendada. Uuringuid teostab vastava ala projekteerimis- või ehitusfirmad tellijaga kooskõlastatud plaani alusel. Uurimistööga antakse hoone ja selle tarindite tehnilise seisukorra hinnang, mille alusel koostatakse remondiprojekt, hinnapakkumine ja tööde ulatus. Kvaliteetse ehitustehnilise hinnangu saamiseks peaks hindaja lähtuma järgnevas loetelus esitatud ülesehitusest [5]:

1. Olemasoleva olukorra kirjeldamine;
2. Ehitise konstruktsioonide, tehnosüsteemide ehitustehniline hindamine;
3. Ehitise funktsionaalsuse hindamine;
4. Ehitise energiatõhususe hindamine;
5. Ehitise tasuvusekspertiis;
6. Hoone utiliseerimise (lammutamine) ekspertiis – taaskasutus, sh utiliseerimise metoodika hinnang ehitise kavandamise staadiumis;

7. *Objekti avaldatava mõju hindamine ruumile ja keskkonnale;*
8. *Eritööde (elekter, piksekaitse, ventilatsioon, liftid, gaas jne) projektile ja standardile vastavuse kontroll;*
9. *Konstruksioonide tugevuse kontroll muinsuskaitse all olevate objektide rekonstrueerimise käigus tehtavate ettepanekute täitmise võimalikkuse hindamine.*

Remonditava hoone tehnilise seisundi ja remondi ulatuse hindamiseks uuritakse ja kogutakse võimalikke lähteandmeid, mille loetelu on toodud Sulev Käärde õpikust „Hoonete remont ja rekonstrueerimine I“. Lähteandmete kogumist võib nimetada ka objekti eeluuringuks - uuritakse ja kogutakse [6]:

- *arhiivimaterjale (kui on säilinud), inventariseerimise aruandeid, hoone tehnilise passi andmeid;*
- *hoone ehitusaegset projektdokumentatsiooni (võimalusel) nagu tööjoonised ja eelarved,*
- *ehitustööde päevikuid,*
- *tollal kehtinud projekteerimis- ja ehitusnorme ning eeskirju*
- *vanu kindlustuspoliise jms,*
- *hoone ajaloolis-kultuurilisi väärtusi ja sobivust tänavamiljööga,*
- *hoonealuse pinnase kandevõime, geoloogilist lõiget, pinna- ja põhjavee taset jne,*
- *vundamentide, seinte, vahelagede, katuse toolvärgi seisundit ja kandevõimet,*
- *tehnovõrkude seisukorda ja piisavust,*
- *ruumide sisekliima tervislikkust,*
- *hoone plaanilis- mahuliste võimaluste vastavust tema remondijärgsele funktsioonile,*
- *proovikehade laboratoorseid katseandmeid,*
- *tarinditest tehtud fotosid ja videoid,*
- *hetkeolukorra ülesse mõõdistamine, plaanide, lõiget ja sõlmede koostamine.*

Uuringud teostatakse objektil kas visuaalse vaatluse või lihtsamate tehniliste vahenditega. Selles staadiumis tehtavate põhiliste tegevuste loetelu on toodud Sulev Käärid õpikus „Hoonete remont ja rekonstrueerimine I“ ja need on järgmised [6]:

- *tarindite nähtavaid kahjustusi (praod, lõhed, mädanikud, kõrvalekalded jne) ja nende tekkepõhjuseid;*
- *tarindite varjatud kahjustusi kahtlaste kohtade avamisega (nt puittalade otsad kiviseintes jms), mis on üks usaldusväärsemaid võtteid tarindi uurimisel,*
- *pragude iseloomu ja avanemist ajas (täpsusega 0,1 mm) kips-, klaas-, tsement- või metallmajakate abil;*
- *seinte ja lagede kõrvalekaldeid projekt-tasandist,*
- *betooni tugevust metallvasara löögi tagasipõrke suuruse ja heli kõrguse järgi, või spetsiaalse katsevasara teraskuuli löögijälje suuruse järgi betooni pinnal.*

Täpsemate uuringute jaoks võetakse objektil proovikehad, mida uuritakse laboris või tehakse uuringud seadmetega otse objektil [6]:

- *paekivivundamendi survetugevuse määramiseks lõigatakse müüritisest välja 5 proovikeha, mõõtmetega 5x10x20 cm;*
- *mördi tugevuse hindamiseks liimitakse proovikehad kokku üksikutest mördi tükkidest, mis seejärel lõigatakse mõõtu 7x7x7 cm;*
- *betoontarindist puuritakse välja proovikehad Ø 10 cm, kõrgusega 12 cm,*
- *puiduproovid, mädanik-kahjustuse selgitamiseks, tehakse puurimisega,*
- *teraseproovid selle tõmbetugevuse, keevitatavuse, haprus ja löögisitkuse määramiseks.*

Materjalide füüsikaliste ja mehaaniliste omaduste määramiseks ei pea alati võtma proovikehi laborisse ja neid purustaval meetodil katsetama. Kasutusel on aparaadid, mille abil saame materjalide omadused teada mittepurustaval meetodil ja kohapeal. Nende tööpõhimõtte rajaneb spetsiaalse vasara löögi jälje suurusel, vasara põrke suurusel, ultrahelil, röntgenkiirgusel, vibratsioonil, elektrilisel takistusel või elektromagnetismil.

1.5 Puitelamute ehitustehniline seisukord Eestis

Eesti puitarhitektuur on vägagi mitmekesine - linnati on märgata arhitektuuri eripärasid, mis on omased just sellele linnale või linnaosale. Puithooneid on hinnatud ja hoitud erinevate riigikordade ajal erinevalt. Sellest tingituna on praegune elamute olukord üsna halb. Kõige suuremat süüd võib näha selles nõukogude ajal, mil enamus korterelamud olid natsionaliseeritud, ja tegutsenud majavalitsusel, mis jättis hooned ilma piisava hoolduseta. Kui majavalitsus isegi remontis, siis oli ehitusööde kvaliteet tihti ebapiisav ja hoonet pigem hävitav. Kaasaegne väärtustav suhtumine puitarhitektuuri jõudis Eestisse alles 1990. aastatel ja sai valdavaks 21. sajandi alguses, mil hakati paljudes linnades puithoonete säilitamiseks looma miljööväärtuslike hoonestusalasid [7].

Eestis viidi 2010. – 2011. aastal läbi suur puitelamute ehitustehnilist seisukorda hindav uuring. Järgnev on refereering uuringu lõpparuandest „Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga“. Välise vaatluse põhjal hinnati 162 puitkorterelamut ja nendest uuriti põhjalikult 41 korterit. Põhjalikus uuringus osalenud kortereid asusid nii Tallinnas, Tartus, Pärnus ja Viljandis. Hindamisel kasutati skaalat hinnetega 0-st 5ni, mille kirjeldused on toodud uuringu lõpparuandest ja on järgmised [7]:

- 0 - praktiliselt olematu, täielikult hävinenud, vajalik kohene taastamine/ uuestiehitus;*
- 1 – avariihohtlikkus või väga halvas seisukorras, väga tõsised kahjustused, mis nõuavad kohest rekonstrueerimist/ renoveerimist/ restaureerimist;*
- 2 – halvas seisukorras, mõõdukad kahjustused, nõuavad renoveerimist/ restaureerimist lähitulevikus (1-3 aasta jooksul);*
- 3 – rahuldavas seisukorras, kerged kahjustused, hooldus/ uuendamine vajalik 3-5 aasta jooksul;*
- 4 – heas seisukorras, kahjustusi praktiliselt pole, hooldus/ uuendamine vajalik 5-10 aasta jooksul;*
- 5 – väga heas seisukorras, kahjustusi pole, renoveerimist/ hooldust enne 10 aasta möödumist ei vaja.*

Hinne anti halvimas seisus oleva eksemplari järgi ja lähtudes kahjustuste tekke põhjustest. Visuaalsest vaatlusest selgus, et uuritud hoonetest veerandil tuleb lähema 10 aasta jooksul

teostada suuremat sorti renoveerimistöid. Põhilisteks töödeks on uue välisvoodri paigaldus, sokli renoveerimine, uue katusekatte paigaldus ja akende vahetus.

Peale välise vaatluse uuriti hoone piirete õhupidavust, mis on vanadel majadel suureks probleemiks. Hoone piirete õhupidavus mõjutab järgmiseid tegureid [7]:

- *hoonete energiatõhusus;*
- *niiskustehnilised probleemid, hallituse teke, veeauru kondenseerumine;*
- *hallituse, õhusaaste ja radooni levik põrandaalusest ruumist siseruumidesse, ebasoovivate lõhnade liikumine korterite vahel;*
- *piirde pindade alajahtumine;*
- *sisekliima kvaliteet, tuuletõmbus;*
- *ventilatsioonisüsteemide toimivus;*
- *müraprobleemid;*
- *tuleohutus.*

Hoone piirete õhupidavust mõõdeti 35 korteris. Mõõtmiste tulemusena selgus, et uuritud korterite keskmine õhulekkearv $q_{50} = 10 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$, mis ületab kolmekordselt standardis EVS 837-1:2003 ette nähtud piirväärtust. Uuringust selgus, et põhilised õhulekkekohad puitkorterelamute juures on:

- *välisseinad (krohvimata või muul viisil katmata palksein);*
- *pööningu vahelagi ja selle liitumine korstnaga või välisseinaga;*
- *siseseinad ja vahelaed ning tehnosüsteemide läbiviigud nendest;*
- *avatäited ja nende liitumised seintega.*

Uuringusse kaasati korterite elanikke, et selgitada välja nende rahulolu sisekliimaga. Korterites, kus oli suur õhuleke, tõid elanikud põhiliste sisekliima probleemidena välja kõikuva temperatuuri talvel, õhu liigse kuivuse ja temperatuuride ebahürtluse eri ruumide vahel. Tulemustest selgub, et hoone piirete õhupidavus mõjutab hoone sisekliimat kui ka küttekulusi.

Seoses energiahindade kallinemisega ja sooviga säästa keskkonda, pööratakse enam tähelepanu seinte lisasoojustamisele. 20. sajandil ja enne seda ehitatud puitkorterelamutel on välispiirded tehtud peamiselt rõhtpalkidest. Puitseinu võib soojustada väljastpoolt ja see ei kahjusta seina soojus- ja niiskusrežiimi, kuid seestpoolt soojustades võib palgi

sisepinna temperatuur langeda alla küllastustemperatuuri ja veeaur kondenseerub palgi sisepinnale. Sellised tingimused tekitavad soodsa keskkonna hallituse ja mädaniku kahjustuste tekkeks. Uuringus tehti pikaajalised mõõtmised seestpoolt lisasoojustusega palkseina kohta, kus kasutati kolme erinevat soojustusmaterjali (mineraalvill, puiste tsellulivill ja pillroomatt) ja kuute erinevat lahendust. Mõõtmistulemustest selgus, et lahendused ei olnud soojus- ja niiskustehniliselt toimivad, tekkisid hallitusele soodsad kasvutingimused. Uuringust on ilmnenu, et seestpoolt lisasoojustamine on seotud suuremate riskidega kui seni on teadvustatud. Riskide vähendamiseks peab olema korralik toimiv ventilatsioon ja niiskustootlus peab olema madal. [7]

Korterites teostati põhjalik sisekliima analüüs ja uuriti seoseid välistemperatuuriga. Sisekliimat mõjutavad järgmised tegurid: õhutemperatuur, kiirguspindade temperatuur, õhu suhteline niiskus, õhu liikumise kiirus, õhu puhtus, müratase ja valgustus. Lisaks uuriti soojusliku mugavuse sõltuvust teistest sisekliima parameetritest, sest inimesed hindavad kõige rohkem soojuslikku mugavust. Uuringu tulemustest selgub, et suurem osa kortereid kus mõõtmisi teostati, jääb kütteperioodil sisekliima II klassi ehk temperatuur on vahemikus $+20...+24\text{ }^{\circ}\text{C}$. Küll aga oli ka kortereid, kus sisekliima jäi III klassi ja mõnes korteris oli keskmine temperatuur alla $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$, mis jääb alla eluruumidele esitatavate sisetemperatuuri nõuetele. Eluruumides uuriti siseõhu suhtelist niiskust, mille soovituslikud piirnormid on talvel 25-45% ja suvel 30-70%. Kui ruumides on liiga kõrge või madal suhteline õhuniiskus, siis võib elanikel tervisehäireid tekkida. Lisaks selgitati välja puitelamute põhilised niiskustootluse komponendid, mis avaldavad mõju ka niiskuskoormusele. Peamised niiskustootlust suurendavad ja mõjutavad tegurid olid suur majutustihedus, pesukuivatamine toas, akende vahetus ilma ventilatsiooni renoveerimata ja toataimede arv. [7]

Ehitustehnilist seisukorda mõjutavad hallitus- ja seenkahjustused. Töös uuriti nende kasvu ja elutingimusi soosivaid tegureid. Lisaks hoone konstruktsioonidele avaldavad hallitus- ja seenkahjustused mõju inimese tervisele. Uuringus selgus, et kõige tihedamini esineb puitelamutes hallitusseeni. Seene elutegevuseks on vajalik sobiv niiskus ($>70...80\%$), sobiv temperatuur ($0...+30\text{ }^{\circ}\text{C}$) ja toitained sisaldav kasvupinnas. Kahjustusi esines kõige rohkem magamistubades, mis on tingitud puudulikust

ventilatsioonist, kuna väljatõmbe korstnad asuvad enamasti köökides või märgades ruumides. Uuritud hoonetest 63% esines puidumädaniku kahjustusi.

Ankeetküsitlusega selgitati välja korteriomanike hinnang korteri tehnilise seisukorra kohta, rahulolu sisekliimaga ning soojusliku mugavusega. Osa küsimustest olid suunatud kütte- ja ventilatsiooniprobleemide ning niiskusrežiimi väljaselgitamiseks, kuid uuriti ka müra- ja terviseprobleeme ning korteri remondivajadust. Lisaks uuriti probleemide esinemise sagedust korterites, kus oli võimalik vastata skaalal „jah, mõnikord, ei“. Kuid oli ka küsimusi, mis nõudsid probleemi hindamist 1-7 skaalal. [7]

Puithoonete paremaks säilimiseks on aeg-ajalt vaja maja remontida või halvemal juhul renoveerida. Neid töid plaanides tuleb kõigepealt leida ülesse põhjused, millest tingituna tuleb renoveerida ja need probleemid esimesena asjana likvideerida.

Vanad puitelamud on algselt ehitatud praegustest standarditest erinevate järgi, sellest tingituna tuleb renoveerimisel tähelepanu pöörata ehitisele esitatavatele nõuetele:

- mehaaniline tugevus ja stabiilsus;
- tuleohutus;
- hügieenilisus, tervise- ja keskkonnaohutus;
- kasutusohutus;
- mürakaitse;
- energiasääst ja energiatõhusus;
- jätkusuutlikkus.

Miljööväärtuslikul alal tuleb tähelepanu pöörata ka hoone esteetilisele ja arhitektuuriajaloolistele väärtustele. Hoonet renoveerides on oluline probleemi põhjuse likvideerimine ja peale seda tagajärgedega tegelemine.

2 Uuritav hoone ja selle tarindid

2.1 Hoone tarindid

Uuritav hoone asub Tartu linnas, aadressil Herne 36, mis paikneb Supilinna miljöövääruslikul hoonestusalal. Tegemist on kahekorruselise puithoonega, mis on Supilinnas laialt levinud. Hoone ehitusaega ei ole võimalik täpselt välja selgitada, kuid see jääb enne 1900. aastat.

Põhiplaanilt on hoone ristkülikukujuline (15,3x8,7 m), Herne tänava poolisel (põhja) küljel asub kunagine peasissepääs (lisa 1.3), mida hetkel ei kasutata. Idapoolisel küljel asub madal trepikoda, mille kaudu on võimalik keldrile ligi pääseda. Hoovipoolisel (lõuna) küljel asub hoonest eenduv trepikoda (lisa 4, foto 2).

Hoone kelder on muldpõrandaga, lae kõrgus pinnasest on ca 1,25 m. Hoone välisseinu kannab ca 830 mm laiune maakivist vundament ning sisemisi kandvaid seinu toetab ca 640 mm laiune maakivist vundament. Vundament toetub omakorda puidust parvedele, mis on 30 cm sügavusel muldpõranda all, kus on juba pinnasevesi. Hoone eenduv trepikoda on ehitatud maakivist vundamendil, mille laius on 0,4 m ja sügavus 1,2 meetrit. Korstnate vundamendid on ehitatud maakividest.

Hoone põhiosa välisseinad on ehitatud tahutud rõhtpalkidest, mille laius on 140 mm. Rõhtpalke katab 21 cm lai profileeritud laudis. Palkide ja laudise vahele on jäetud 20 mm õhkvahe, et laudise taha sattunud niiskusel oleks võimalik välja tuulduda. Osades korterites katab palke pilliroomatt, mis on lubikrohviga krohvitud, ülejäänud korterites on teostatud euroremont.

Esimese korruse põrandad toetuvad maakivist vundamendile. Teise ja kolmanda korruse vahelagede talad toetuvad kandvatele palkseintele. Talade vahele on paigaldatud termoliittäidis (lubja saepuru segu 1:10), mis takistab müra kandumist ühest korterist teise. Talade alla on paigaldatud must laudis, mis on hiljem kaetud ehituspapiga ja üle värvitud. Talade peale on paigaldatud põranda lauad. Osades korterites on põranda laudade peale paigaldatud laminaatparkett, kuid esineb ka kortereid, kus on paigaldatud

linoleum või säilinud põrandapapp. Korterite sanitaarremondi käigus on osades korterites kipsriiplae paigaldamisega soovitud korteri ilmet kaasajastada.

Algselt on hoone ehitatud üürikorteritega tööliselamuks. Väljauuritavad korterid koosnesid ühest toast ja köögist või isegi kööktoast. Hoone ruumilahendust muudeti 1961. aastal, kui hoones liideti kaks väiksemat korterit üheks suuremaks korteriks ja ehitati igale korrusele kuivkäimla. Peale 1961. aastal toimunud ehitust oli hoones 7 korterit (lisa 3).

Hetkel on hoones 9 korterit ja taastatud on osaliselt algne ruumilahendus. Esimese korruse korteritel on välja ehitatud korteripõhised tualettruumid, kuid teisel ja kolmandal korrusel on kasutusel koridoris olevad ühised tualettruumid, mis on uuendatud. Teise ja kolmanda korruse tualettruumi ruumiline asukoht on jäänud 1961. aastaga võrreldes samaks. Hoone sees asuv Herne tänava poolne trepp on praeguseks hetkeks lammutatud ja kasutusel on hoovipoolses trepikojas asuv puittrepp. Herne tänava poolsel katusel on säilinud kolmejaotuseline aknaraamiga katuseuuk. Hoonel ei ole säilinud ühtegi algupärast akent, need on üldiselt asendatud miljööväärtuslikku piirkonda sobimatute plastikakendega.

2.2 Hoonete ehitustehnilise seisundi hindamismetoodika

Metoodika on välja töötatud 30 aasta jooksul teostatud uuringute põhjal Eesti Maaülikooli professor Tõnu Keskküla poolt. Visuaalse vaatluse põhjal antakse hoonele ja uuritavatele korteritele hinnang numbriliselt. Hinnatakse hoone ehituskonstruksioone ja tehnilisi süsteeme. Vastavalt seisukorral antakse hindeid 0,1,2 ja 3. Hinde 0 antakse avariilisele süsteemile ja hinde 3 saab täiesti korras süsteem.[8]

Kogu hoone keskmine hinne arvutatakse välja kasutades järgnevaid valemeid [8]:

$$H = [HP + HTe/25 + HT/5]/1,24, \quad (1.1.)$$

kus H - kogu hoone keskmine hinne

HP - põhiliste ehituslike süsteemide keskmine hinne, mis leitakse valemiga 1.2

HTe - teiste ehituslike süsteemide hinne, mis leitakse valemiga 1.3

HT - tehniliste süsteemide keskmine hinne, mis leitakse valemiga 1.4
I,24 on kaalude summa

$$HP = (HV + HS + HVa + HK)/4, \quad (1.2.)$$

kus *HV* - vundamentide keskmine hinne;

HS - seinte keskmine hinne;

HVa - vahelagede keskmine hinne;

HK - katuse keskmine hinne.

$$HTe = (HUA + HR)/2, \quad (1.3.)$$

kus *HUA* - uste ja akende keskmine hinne;

HR - ühiskondlike ruumide keskmine hinne.

$$HT = (HKU + HV + HKA + HE)/4, \quad (1.4.)$$

kus *HKU* - küttesüsteemide keskmine hinne;

HV - veevarustuse keskmine hinne;

HKA - kanalisatsioonisüsteemide keskmine hinne;

HE - elektrisüsteemide keskmine hinne.

Antud metoodika juures on kõige suurema kaaluga hoone kandekonstruktsioonid, vundamendid, seinad, vahelaed ja katus, kuna nende korrasolekust sõltub kõige rohkem hoone töövõime. Tehniliste süsteemide osakaal on viis korda väiksem ja teiste ehitustehniliste süsteemide osakaal on 25 korda väiksem, sinna kuuluvad ühiskondlikud ruumid, ukSED ja aknad. Süsteemide osakaalude väärtused on leitud varasemate uurimistööde põhjal. [8]

2.3 Uuritava hoone tarindite ehitustehniline seisukord

Vundamendid, keldriseinad, sokkel (HV) – Hoone tehnilise seisukorra uurimisel mängib väga suurt rolli vundament, sest valesti ehitatud või hooldamata jäetud

vundament võib oluliselt mõjutada hoone eluiga. Herne tänava poolsel osal on märgata vundamendi ebaühtlast vajumist, mis on toonud esile pragude tekke krohvil. Vundamendi vajumisel mängib rolli Herne tänava kõrge liiklustihedus, sest autode hoonest möödumisel soine pinnas rappub ja pinnase koormuse vastuvõtmise võime väheneb, millest tingituna tekivad hoone parvede ja vundamendi ebaühtlane vajumine. Lisaks võib ebaühtlane vajumine olla tingitud muutlikust veerežiimist.

Hoone vundament on ehitatud puitparvedele, mille eluiga mõjutab veerežiim - kui parved jäävad kuivale, võivad tekkida mädanikkahjustused. Parvede ebaühtlase kahjustumise korral toimub hoone ebaühtlane vajumine, mille tõttu tekivad vundamenti praod. Lisaks on märgata hiljem juurde ehitatud eenduva trepikoja ja hoone vundamentide erinevat vajumist, millest tingituna on trepikoja ja hoone vahele tekkinud vahed (joonis 2).

Liigsest niiskusest keldris annavad märku krohvile tekkivad tumedamad laigud, kust on näha, et vundament ei saa piisavalt kiirelt välja kuivada. Lisaks on keldris märgata savitellisele tekkinud soolakahjustusi. Vundament toetub pinnasevees asuvatele parvedele ning sellest tingituna tõuseb kapilaarniiskus mööda vundamenti ülespoole. Eriti ohtlik on kapilaarniiskus talvel, kuna külmumistsüklite käigus mõjub see purustavalt vundamendi mördile. Vundamendi ja esimese rea palkide vahele ei ole tehtud korralikku horisontaalset hüdroisolatsiooni, mistõttu on palkidel niiskus- ja mädanikkahjustused.

Keldrist niiskuse eemaldamiseks ei ole vundamendis piisavalt ventilatsiooni avasid, seega ei ole tuulutuse teel võimalik liigset niiskust keldrist välja juhtida. Keldri kolmest algsest aknaavast on kaks kinni müüritud ja kasutusele on jäänud üks, et võimaldada soojemal ajal tuulutamist. Tulevikus on korteriühistul plaan müüritis uuesti eemaldada ja taastada esialgsed aknaavad. Vanade aknaavade taastamisega on võimalik suurendada loomuliku ventilatsiooni toimet, tänu millele saab keldrit soojal ajal intensiivsemalt tuulutada. Tuulutamise abil väheneb niiskuse koormus vundamendile. Talvisel perioodil on suletud kõik tuulutuseks mõeldud avad.

Hoone vundamendi ääres on kasvanud suur puu mis on oma juurtega vundamenti kahjustanud. Hetkel on istutatud hoone ümber lilli ja põõsaid, mis tuleks sealt eemaldada, sest need avaldavad vundamendile ebasoodsat mõju, mis tuleneb kastmisel tekkivast liigniiskusest. Kohati pole uuritavaal hoonel minimaalne sokli kõrgus maapinnast tagatud

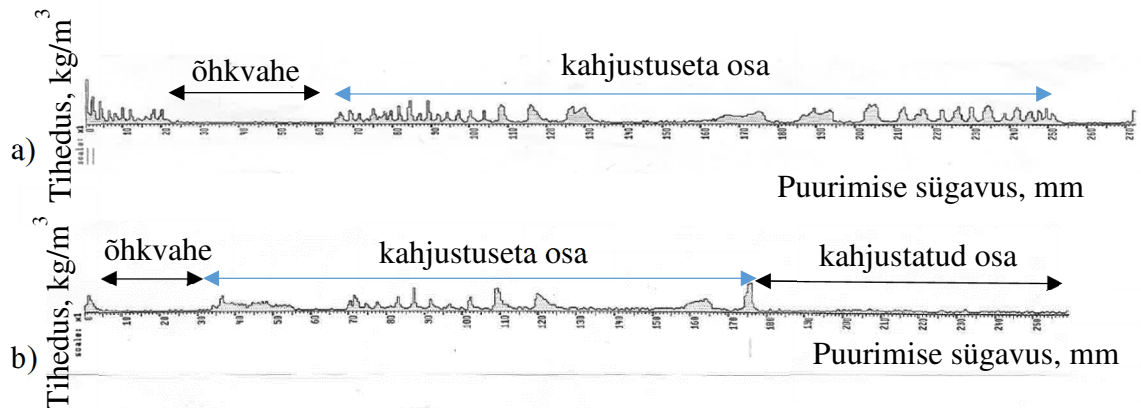
(300 mm), antud kohtades on liigniiskuse väljakuivamine raskendatud ning sellest tingituna on punastest savitellistest sokliosalt osaliselt niiskuskahjustused. Madala sokli tõttu ähvardab vihmase ilma korral hoonet pinnaselt põrkuvate veepritsmete jõudmine hoonet katvatele voodrilaudadele. Vundamenti, keldriseinu ja soklit võib hinnata hindegas 1,5.



Joonis 2. Hoone vundamentide erinevast vajumisest tekkinud vahe trepikoja ja hoone vahel

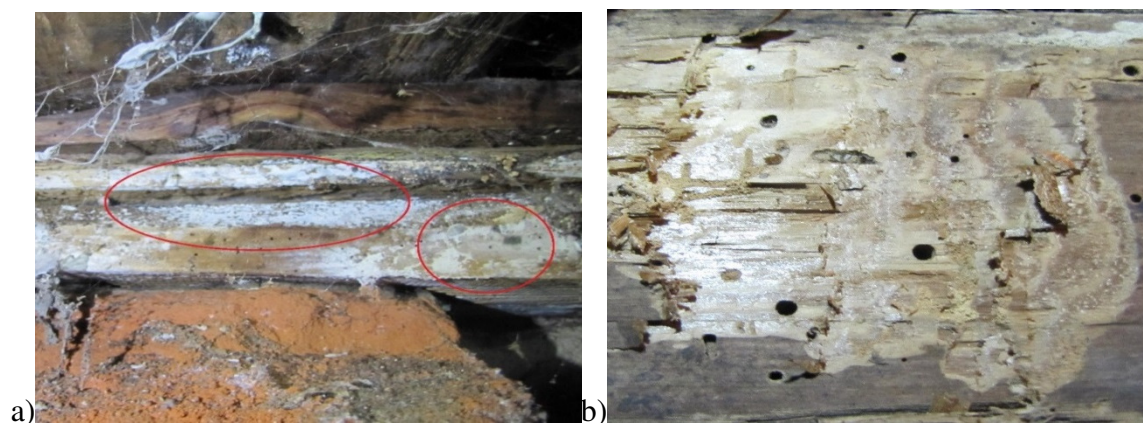
Seinad (HS) – Seinade kandevkonstruktsiooniks on rõhtpalgid, mis on nurkades ühendatud kalasabatapiga. Seinapalgid on tahutud, ca 140 mm laiused ja kaetud laudvoodriga. Seinukatab peamiselt lai, 21 cm nähtava osaga voodrilaud. Hoone Herne tänava poolset fassaadil on osa alumisest voodrilauast asendatud algupärasest kitsama, 13 cm laiuse laudisega. Mõlemad voodrilauad on profileeringuga. Hoone Herne tänava poolset fassaadi ilmestavad katuseräasta alune konsoole imiteeriv fassaadikaunistus ja nurgakarniisid. Trepikoja seinad on ehitatud 12x14 cm postidest sõrestikuna, vooderdatud servatud laudadega ja täidetud termoliidiga. Hoone kahes nurgas tehti uuring vastupanupuurimise seadmega. Alumised palgid on osaliselt rahuldavas seisukorras, kuid osades kohtades on alumistel palkidel mädanikkahjustus (joonis 3), mis on tingitud puudulikust vihmaveerennist, kapilaarniiskusest ja puudulikust hüdroisolatsioonist. Hoone seintel on märgata niiskuskahjustusi, mis on tekkinud vihmaveerennide halvast

olukorrast. Hoonet kattev laudvooder vajab esimesel võimalusel uut värvikihti, kuna praegune koorunud värvikiht ei paku kaitset ilmastiku ja keskkonna mõjude eest. Seinte hetkeolukorda võib hinnata hindegaga 1,25.



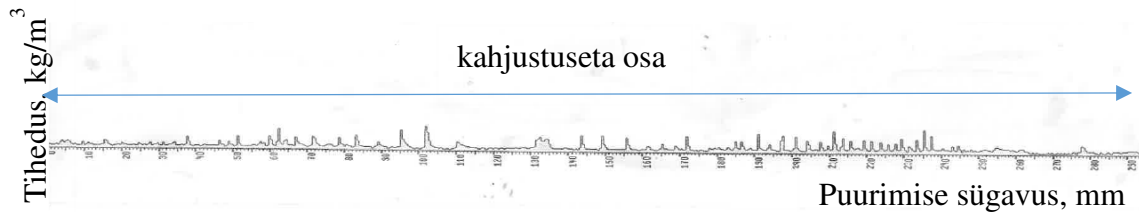
Joonis 3. Puurimise vastupanugraafikud, mis näitavad biokahjustunud piirkondi. (a) ülemise palgi puurimis tulemus, (b) alumise palgi puurimis tulemus

Vahelaed (HVa) – Vahelagesid kannavad puittalad, mille vahel on termoliittäidis ja selle all must laudis. Talade peale on paigaldatud põrandalauad, mis on osades korterites katmata jäetud või kaetud parketiga, linoleumiga või värvitud põrandapapiga. Osades korterites katab esiku ja köögi põrandat keraamiline plaat. Teise ja kolmanda korruse vahelaed ja põrand on heas seisukorras, kuivõrd puuduvad nähtavad kahjustused ja läbivajumised. Probleeme esineb esimese korruse ja keldri vahelaega, kuna keldris on suur niiskuskooormus. Sellest tingituna võib leida kandvatelt taladelt hallitus- ja seenkahjustuse jälgi (joonis 3), samuti mädanik- ja mardikakahjustusi.



Joonis 3. Kahjustustega keldrilae talad: (a) seenkahjustuste asukoht on märgitud punaste ringidega, (b) tooneseppeade poolt tehtud kahjustused

Vahelagede olukord on halb ja nende hinne on 1. Põrandatalad on osaliselt vahetatud ja need on heas korras (joonis 4). Taladel, mis on ehitamisest säilinud, esineb kahjustusi, mis on tekitatud toonseppade elutegevusest ja mädanikust. Vanad põrandatalad tuleb välja vahetada, kuid enne tuleb niiskusallikad kõrvaldada ning pöörduda oma ala spetsialistide poole, kes teostavad seenkahjustuste tõrjetöö. [9]



Joonis 4. Vahetatud kahjustusteta põrandatala, millel polnud märgata ühtegi biokahjustust

Kolmanda korruse vahelagi on ehitatud taladest 90x160 mm, mis on täidetud termoliidiga, alla on paigaldatud mustlaudis ja selle peale on löödud ehituspapp.

Ühiskondlikud ruumid (HR) – Hoone ühiskondlikud ruumid on koridor, trepikoda ja trepid. Koridor ja trepikoda on rahuldavas seisukorras, esineb küll kulumisjälgi, kuid see ei mõjuta nende kasutamist. Keldrisse viiv trepp koos trepikojaga on halvas seisukorras, katusel esineb läbijookse ja trepp on lagunenu. Samuti on Herne tänava poolne välistrepp halvas seisus, trepi astmetelt on tükid puudu, lisaks on trepp ära vajunud (joonis 5), see aga jätab hoone fassaadist halva mulje. Hoone sisehoovis asuv betoontrepp on hiljuti valatud ning on väga heas korras, kuid ei ole sobilik miljööväärtuslikku keskkonda. Eenduva trepikoja idapoolses osas asub L-kujuline trepp mis läbib kolme korrust. Trepil on märgata kasutamisest tingitud kulumisjälgi, kuid mis ei sega kasutamist. Ühiskondlikke ruumide hinne on 1.



a)



b)

Joonis 5. (a) Hoone Herne tänava poolne trepp, mis on ära vajunud ja korrastatud trepp sisehoovis (b)

Aknad ja ukсед (HUA) – Hoonel ei ole säilinud algse ruudustikuga aknaid. Hoone Herne tänava poolsed ukсед ei ole hetkel kasutusel, kuid selle paremaks säilimiseks tuleks ukсед restaureerida. Kahepoolsed täispuituksed (joonis 6) on omased Supilinna miljööväärtuslikule alale. Sisehoovis on kasutusel heas korras metalluks, kuid see ei ole sobilik miljööväärtuslikku keskkonda. Hoonel on vahetatud enamjaolt kõikide korterite aknad ühe raamiga plastikpakettakende vastu, mis ei ole sobilikud miljööväärtuslikku alasse nende akende raami materjali ja vale akna ruudustiku tõttu. Topeltraamiga puitaknad on jäänud alles ühel korteris ja koridoris. Üldiselt võib akende olukorda heaks pidada. Avatäited on heas korras ja nende hinne on 3.



Joonis 6. Hästi säilinud, miljööväärtuslikule piirkonnale iseloomulik uks

Katusekate ja kandev konstruktsioon (HK) – Hoonel ca 45 kraadise kaldega viilkatus. Katuse kattematerjaliks on eterniit, millel on näha mõningaid pikipragusid, kuid läbijooksu katusest ei ole märgata. Katusekatet pole regulaarselt hooldatud, kuna eterniidi peal on märgata samblike kasvamist. Katuse kandvaks konstruktsiooniks on tahatud puitsarikad 130x160 mm, mis on paigaldatud 1080 mm sammuga. Sarikad oma omavahel ühendatud puidust tapiga. Katusekatte olukorda võib hetkel pidada rahuldavaks, kuid mõtlema peaks hakkama kattematerjali vahetusele, sest eterniidi eluiga hakkab läbi saama. Katusekatte vahetamise korral tuleks paigaldada hoonele valtsplekk katus, mis on omane Supilinnas asuvatele hoonetele. Katusekatte ja kandvate konstruktsioonide hinne on 1,5.

Küttekolded ja korstnad (HKU) – Küttekollete seisukorda võib üldiselt heaks hinnata, kuid esineb tahmaluukide juures tahmumise jälgi. Korstna pitsid on alles hiljuti uuendatud, seega nendega lähiajal probleeme ei tohiks tekkida. Selleks, et elanikud saaksid turvaliselt küttekoldeid kasutada ja vältimaks tahma süttimist tuleb neid regulaarselt puhastada. Pliitide ja ahjude ette on paigaldatud sädemepüüdurid, lisaks on peaaegu kõik korterid varustatud suitsuanduritega. Küttesüsteemid ja korstnad on heas korras ja hinde 3 väärilised.

Veevarustus (HV) – Hoone on ühendatud Tartu linna veetrassiga, kust elanikud saavad puhta vee joomiseks ja pesemiseks. Keldris asuvad veetrassid on kaetud alumiiniumfooliumist torukoorikuga, et vältida talvel torude külmumist. Veetrasside läbiviigud tuleks tihendada, et takistada hallituse levikut siseruumidesse. Veetrass on uuendatud viimase 10 aasta jooksul. Veevarustuse hinne on 2,5.

Kanalisatsioonisüsteemid (HKA) – Korteritesisesed kanalisatsioonitrassid on kõikides korterites uuendatud, kui korruseid läbiv toru on hetkel veel vahetamata jäänud. Keldris olev torustik on uuendatud plastiktorudega ja isoleeritud alumiiniumfooliumist torukoorikuga, et talvel külmumist vältida. Kanalisatsioonitrasside läbiviigud tuleks tihendada, et takistada hallituse levikut siseruumidesse. Kanalisatsioonisüsteemide hinne on 3.

Elektrisüsteemid – (HE) Elektrisüsteemid on terves majas saanud uuenduskuuri, kuid kaablid on osaliselt halvasti kinnitatud ja vanad kaablid eemaldamata jäetud. Vanad elektri kaablid tuleks eemaldada ja järgi jäänud läbiviigud tihendada, et vähendada õhulekkeid korterites. Elektrisüsteeme võib hinnata hindega 2.

Lisaks hinnati arhitektuursete detailide olukorda. Kuigi nende hindest ei sõltu hoone ehitustehniline seisukord, on nende säilimine oluline miljöövärtusliku koosluse säilimiseks. Hoone Herne tänava poolsel küljel on säilinud ajastutruu karniis (joonis 7) üleval tuulekasti juures. Karniisil on märgata niiskuskahjustusi ja see tuleks restaureerida. Kui see enam võimalik ei ole, siis asendada uue samasuguse karniisiga, et säilitada hoone miljöövärtuslik välimus. Lisaks on säilinud hoone Herne tänava poolse sissepääsu ukсед, mis on rahuldavas seisus. Nende paremaks säilimiseks tuleks vana värv eemaldada ja katta uue värviga.



Joonis 7. Säilinud karniis tuulekasti all

Toodud kirjelduste põhjal hinnatud hoone osade hinded on koondatud tabelisse 1.

Tabel 1. Hoone osade ehitustehnilise olukorra hinnang

Hoone osad	Hea 3	Rahuldav 2	Halb 1	Avariiline 0
HV – vundamentide, keldriseinte, soklite keskmine hinne		1,5		
HS - seinte keskmine hinne			1,25	
HVa – vahelagede keskmine hinne			1	
HK – katuse keskmine hinne		1,5		
HUA – uste ja akende keskmise hinne	3			
HR – ühiskondlike ruumide keskmine hinne			1	
HKU – küttesüsteemi keskmine hinne	3			
HV – veevarustuse keskmine hinne	2,5			
HKA – kanalisatsioonisüsteemide keskmine hinne	3			
HE – elektrisüsteemide keskmine hinne		2		

Põhiliste ehituslike süsteemide keskmine hinne:

$$HP = \frac{HV + HS + HVa + HK}{4} = \frac{1,5 + 1,25 + 1,0 + 1,5}{4} = 1,3125$$

Teiste ehituslike süsteemide hinne:

$$HTe = \frac{HUA + HR}{2} = \frac{3 + 1}{2} = 2.0$$

Tehniliste süsteemide keskmine hinne:

$$HT = \frac{HKU + HV + HKA + HE}{4} = \frac{3 + 2,5 + 3 + 2}{4} = 2,625$$

Vastavalt hoonete hindamismetoodikale on arvutatud hoone keskmine hinne valemi 1.1 järgi.

$$H = \frac{HP + \frac{HTe}{25} + \frac{HT}{5}}{1,24} = \frac{1,3125 + \frac{2,0}{25} + \frac{2,625}{5}}{1,24} = 1,546$$

Visuaalse vaatluse põhjal antud hinnete järgi arvutatud hoone ehitustehnilise seisukorra hinne on 1,546 ja selle hinde põhjal on hoone hetkel halvas seisus, seega tuleb kiiremas korras probleemsete kohtadega tegelema hakata, et miljööväärtuslik hoone päästa ja säilitada.

2.4 Uuritava hoone prognoositav eluiga

Hoone eluea pikendamiseks tuleb pidevalt jälgida põhiliste ehituslike süsteemide korrasolu ja toimivust. Hoone kauemaks säilimiseks tuleb kahjustatud tarindid ja mittetoimivad süsteemid korda teha, kuid enne tuleb nende kahjustuste algsed põhjused likvideerida.

Vundamendi, keldriseinte ja sokli eluea pikendamiseks tuleb liigse niiskuse teke peatada ja kinni müüritud tuulutusavad uuesti avada, et suurendada loomulikku ventilatsiooni toimivust. Kui need tööd on tehtud, siis saab järgmisena hakata vundamenti soojustama.

Hoone eluea pikendamiseks tuleb uurida alumiste palkide seisukorda. Oma tugevuse kaotanud palkide tõttu võib hoone hakata vajuma ja muutuda elanikele ohtlikuks. Mädanikkahjustusega palgid tuleb välja vahetada või proteesida ja teha vundamendile horisontaalne hüdroisolatsioon. Osaliselt tuleb alumised voodrilauad asendada uute laiade laudadega, kuna laudis on pehkinud. Asendamisel tuleb kasutada majal olemasoleva laudisega sarnase profiiliga lauda, mis sobib miljööväärtuslikku

elamurajooni. Seintelt tuleb eemaldada laudis ja palkide vahet tihendada. Kui sellest ei piisa, siis tuleb lisada 5-10 cm soojustuskiht ja tuuletõke, et tagada piirde piisav soojustakistus. Soojustamisel tuleb tagada hoone algsete proportsioonide säilimine.

Keldri vahelae talade pikemaks säilimiseks tuleb liigsest niiskusest keldris lahti saada, kuna kõrge suhtelise niiskuse taseme tõttu on keldris sobilik keskkond hallitus- ja mädanikseente kasvuks. Keldris pinnasevee taseme alandamiseks tuleb välja ehitada pumpla või drenaaži süsteem. Ehitades on tähtis jälgida, et veetase ei langeks parvede kõrgusest allapoole, sest siis hakkavad parved mädanema ja hoone vundament vajuma. Peale niiskusprobleemidest jagu saamist tuleb teha vahelaetalade tugevuskontroll, et selgitada välja, kas on tarvis talad uute vastu asendada. Kui on selgunud, et talad tuleb välja vahetada, siis peab kindlasti tegema korraliku hüdroisolatsiooni uute talade paigalduskohta. Hüdroisolatsiooni õigel paigaldusel vähendatakse tõenäosust, et kapillaarniiskus pääseb puitu sisse talade otsast ja tänu sellele väheneb oht mädanikkahjustuse tekkeks. Kui juba vahetatakse vahelae talasid, siis tuleks põrand korralikult ära soojustada, tänu millele tõuseb esimese korruse korterite elanike soojuslik mugavus ja vähenevad küttekulud. Teise ja kolmanda korruse vahelaed on heas korras ja nendega ei pea lähimate aastate jooksul mingeid suuremaid remonttöid ette võtma.

Hoone sissepääsuks mõeldud trepid ei oma suurt rolli elamu eluea pikendamisel, kuid omavad rolli miljööväärtuslikus ansamblis. Herne tänava poolset treppi renoveerides tuleb säilitada algupärane välimus ja astmelisus.

Aknad tuleks asendada miljösse sobilikke kahekordsete puitraamidega akendega, millel on algupärane ruudustik ja klaaside jaotus. Uksed tuleb restaureerida või uued valmistada, millel oleks kaks võrdse laiusega poolt. Avatäidete materjalina tuleb kasutada puitu. Uksed ja aknad tuleb paigaldada välisseinaga samasse tasapinda.

Katusekatte korrasolekust sõltub väga palju hoone eluiga. Kui see osa hoonest ei täida oma funktsiooni, siis võib maja kiirelt hävineda. Katusekatet renoveerides tuleks paigaldada miljösse sobiv valtsplekkkatte. Katusekatte vahetamise käigus tuleb kontrollida kandvate konstruktsioonide olukorda (ega ei esine mädanikkahjustusi) ja vajadusel kahjustatud sarikad proteesida või uute vastu välja vahetada. Katusekatte vahetusega tuleb korrastada vihmaveerenne, et rennil oleks õiged kalded.

Välisviimistluses tuleb eemaldada puitdetailidelt vana kooruv värv ja uuesti värvida. Puitdetailid, millel esineb kahjustusi, tuleb restaureerida või asendada sama motiiviga tehtud uute vastu. Lisaks tuleb paigaldada puuduvad piirdeliistud, mille profiil on tehtud olemasolevate järgi.

Hoone renoveerimisel ei tohi unustada ventilatsiooni renoveerimist. Kui hoone on tehtud õhupidevaks, siis tuleb kindlasti tagada vastavalt standarditele nõutud õhuvahetus elamu ruumides. Kui jätta ventilatsioon tähelepanuta, siis on uued kahjustused kiired tulema. Uus ventilatsioon tuleb ehitada nõudluspõhine ja projekteerida soojustagastusega, lisaks tuleb korterid varustada värskeõhuklappidega. Selleks, et saada hoone energiatõhusamaks, peaks loobuma puuküttega ahjudest ja paigaldama gaasikatla, kuna Herne tänaval on gaasitrass olemas.

Vertikaalplaneeringuga tuleb anda kalded selliselt, et oleks võimalik sadeveed juhtida hoonest eemale. Hoone ümber tuleks paigaldada poole meetri laiune maakivist sillutisriba, et oleks võimalik vihmavett hoone vundamendist eemale juhtida.

Hoone terviklikul renoveerimisel on võimalik korraga likvideerida kõik praegu esinevad probleemid. Renoveerimine tõstab hoone väärtust miljööväärtuslikul alal, suurendab elamus elanike mugavustunnet ja vähendab energiakulusid.

3 Korterite sisekliima hindamine

3.1 Siseõhu temperatuuri ja niiskuskooormuse sõltuvus välistemperatuurist

Elamu sisekliima on kompleksne mõiste, mis hõlmab ruumis oleva keskkonnategurite koosmõju. Hea sisekliima vähendab haigusi, soodustab tööjõudlust ja tagab mugavustunde. Sisekliima määravad järgmised tegurid: õhutemperatuur, kiirguspindade temperatuur, õhu suhteline niiskus, õhuliikumise kiirus, õhu puhtus, müratase ja valgustus, millele avaldavad mõju ka inimeste liikumise aktiivsus, riietus, sugu, vanus jms. [7] Sisekliima tegurite võrdlus on näidanud, et inimesed peavad olulisemaks soojuslikku mugavust võrreldes teiste teguritega nagu õhu kvaliteeti, ruumide visuaalset kvaliteeti või akustilist kvaliteeti. Õhukvaliteeti võrreldes eelistavad inimesed pigem kuiva ja jahedat õhku kui niisket ja sooja õhku.

Hoone sisekliimat ja piirete niiskuse režiimi mõjutavad õhu veeaurisisaldus ja õhu suhteline niiskus. Õhu veeaurisisaldust suurendab ruumides pesu kuivatamine, mitte toimiv ventilatsioon, toidu valmistamine, sage põrandate pesemine veega jne. Kõrgest veeaurisisaldusest õhus on tingitud paljud niiskuskahjustused ja hallitusseente kasv, mille tõttu võib elanikel tekkida allergilisi reaktsioone. Eluruumides peab õhuniiskus olema sellistes piirides, et see ei kahjustaks inimeste tervist, väldiks veeauru kondenseerumist ja ei tekitaks niiskuskahjustusi. Optimaalseks suhtelise niiskuse vahemik talvisel kütteperioodil on 25-45% ja suvisel perioodil 30-70%.

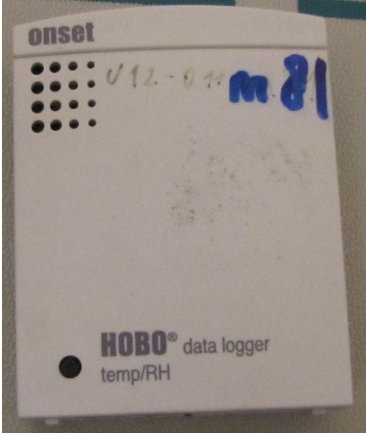

3.2 Korterite kliima uurimise meetodika ja hindamiskriteeriumid

3.2.1 Temperatuuri ja suhtelise niiskuse mõõtmised

Korterite siseruumide õhutemperatuuri ja suhtelise niiskuse mõõtmiseks kasutati Hobo U-12 011 andmesalvesteid (tabel 2). Temperatuuri ja suhtelist niiskust mõõdeti magamistubades 1,3-1,5 meetri kõrgusel. Andmesalvestajad paigaldati siseseinale või mööbliesemele, eemale välisseinast ja otsesest soojuse allikast. Sisekliima

mõõtetulemused salvestati 30-minutilise intervalliga. Mõõtmisi teostati vähemalt neli nädalat igas korteris. [7,10]

Tabel 2. Hobo U-12 011 temperatuuri ja suhtelise niiskuse andur-andmesalvestaja andmed

		<p>Temperatuur Mõõteala: -20°C...+70°C Mõõtetäpsus: ±0,35°C ±0°C...50°C</p> <p>Suhteline niiskus Mõõteala: 5%...95% Mõõtetäpsus: ±2,5% 10%...90%</p>
<p>Uuringus kasutatud andur-andmesalvestaja Hobo U-12 011</p>	<p>Anduri paiknemine kapil eemal otsesest kütteallikast ja varjus päikesekiirguse eest</p>	

3.2.2 Siseõhu temperatuuri hindamiskriteeriumid

Soojusliku mugavuse määramiseks on kõige parem indikaator sisetemperatuur. Eluruumidele esitavate nõuete kohaselt peab õhutemperatuur olema optimaalne, looma inimesele hubase soojatunde ning aitama kaasa tervisliku ja nõuetekohase sisekliima tekkimisele ja püsimisele. Kaugküttevõrgust või hoone katlamajast köetavas eluruumis ei tohi siseõhu temperatuur inimeste pikemaajalisel ruumis viibimisel olla alla 18°C [11]. Ruumitemperatuur üle +22 °C on seostatud haige hoone sündroomiga. Liiga kõrge sisetemperatuur suurendab hoonete kütteenergiakulu: tuntud rusikareegli kohaselt mõjutab keskmise sisetemperatuuri muutus 1 °C võrra kütteenergiakulu ~5 %. [12]

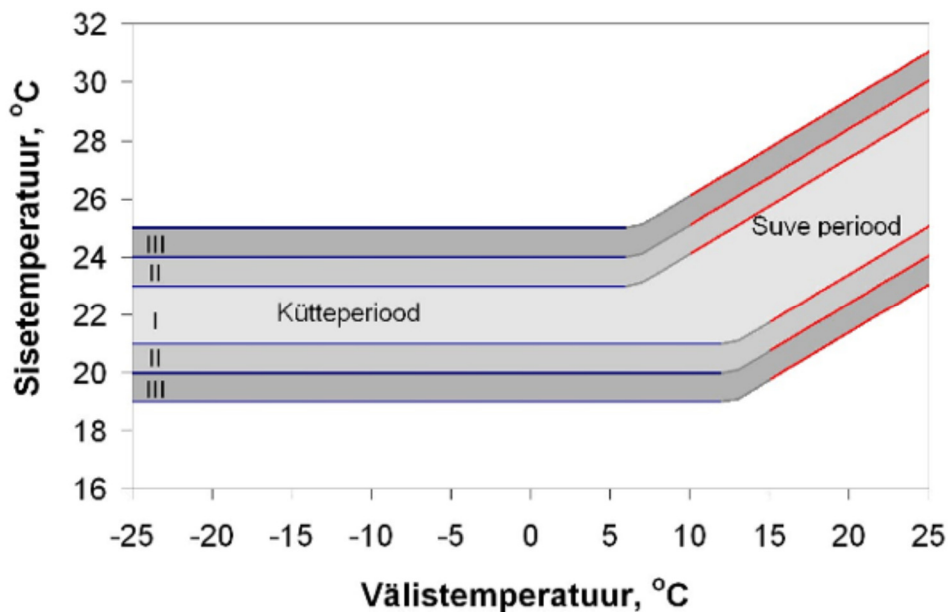
Lähtudes soojuslikust mugavusest ja olenevalt ruumi füsioloogiliselt optimaalse soojusliku keskkonna tagamise tingimustest võib sisekliima jagada nelja klassi (tabel 3). Madalamate sisekliimaklasside korral on sisekliimaga rahulolematute elanike hulk suurem, kuna elanikud hindavad ruume liiga jahedaks või liiga soojaks. PPD indeks näitab tõenäosusliku soojusliku ebamugavustunde tundvate inimeste osakaalu ja PMV indeks näitab tõenäosusliku soojusliku mugavustunnet. PMV-PPD indeksit võib otseselt kasutada soojusliku mugavuse kriteeriumina, kuna indeks võtab arvesse kõik kuus soojuslikku parameetrit: õhutemperatuur, õhu liikumise kiirus, keskmine kiirguslik temperatuur, õhuniiskus, riietuse soojuspidavus ja kehaline aktiivsus.

Tabel 3. Eluruumi sisekliima klasside kirjeldus (EVS-EN 15251:2007) [13]

Sisekliima klass	Selgitus	Proгноositud soojusliku rahulolematuse protsent PPD, %	Soojusliku mugavustunde indeks PMV, -
I	Kõrged nõudmised sisekliima kvaliteedile. Soovitav ruumides, kus viibivad väga tundlikud, nõrga tervisega ja erinõuetega inimesed, näiteks puuetega inimesed, haiged, väga väikesed lapsed ning eakad inimesed	< 6	-0,2 < PMV < +0,2
II	Tavapärased nõudmised sisekliima kvaliteedile. Tuleks rakendada uutes ja renoveeritavates hoonetes	< 10	-0,5 < PMV < +0,5
III	Mõõdukad nõudmised sisekliima kvaliteedile. Võib rakendada olemasolevates hoonetes	< 15	-0,7 < PMV < +0,7
IV	Sisekliima kvaliteedi väärtused, mis jäävad väljaspoole eelmainitud klasse. Antud klass võib olla vastuvõetav ainult piiratud ajal aastast	> 15	-0,7 > PMV > +0,7

Hoonetes, kus ei ole mehaanilist jahutust ja on võimalik avada aknaid ning valida riietatust, võib erinevate sisekliimaklasside temperatuuride piirsuurused esitada (joonis 8) kujul, kus on kombineeritud sisekliima projekteerimiskriteeriumi (CR 1752) [14] ja hoonete energiatõhususe projekteerimise lähteparameetrite standardi (EVS-EN 15251:2007) [13] piirsuurused. Elamu ruumitemperatuuri hindamisel kasutatakse

kolmandat sisekliima klassi, mille piirsuurused jäävad talvel +19...25 °C vahele ja suveperioodil +23...31 °C vahele [10].



Joonis 8. Sisetemperatuuri kriteeriumid kolmes erinevas sisekliima klassis [7]

3.2.3 Siseruumide niiskuskooormuse hindamiskriteeriumid

Sisekliimat mõjutavad õhu suhteline niiskus ja õhu veeaurusisaldus. Õhu veeaurusisaldust suurendab intensiivne söögitegemine, toataimede kastmine, õhu niisutamine, pesu siseruumides kuivatamine, ventilatsiooni mitte toimimine ja suur inimeste hulk ruumis. Pikaajaline kõrge niiskustase võib põhjustada mikroobide kasvu ja hallituse teket, mis omakorda tekitab elanikel tervisehäireid. Liiga madal niiskustase ja liiga kõrge temperatuur võib esile tuua mitmeid silmade, hingamisteede, limaskestade ja naha kuivusega seotud terviseprobleeme. [12]

Eluruumidele esitavate nõuete kohaselt peab õhu niiskus olema piirides, mis ei kahjusta inimeste tervist, väldib veeauru kondenseerumist ning ei tekita niiskuskahjustusi. Eluruumi siseõhu optimaalne niiskus on 40-60 protsenti [11]. EVS-EN 15251:2007 standardi järgi on III sisekliimaklassis suhtelise niiskuse juhtarvuks niisutusele 20% ja kuivatusele 70%. Eesti sisekliima standardi (EVS 839:2003) järgi on ruumiõhus oleva suhtelise niiskuse talvine normväärtus 25...45% ja suvel 30...70%. [15]

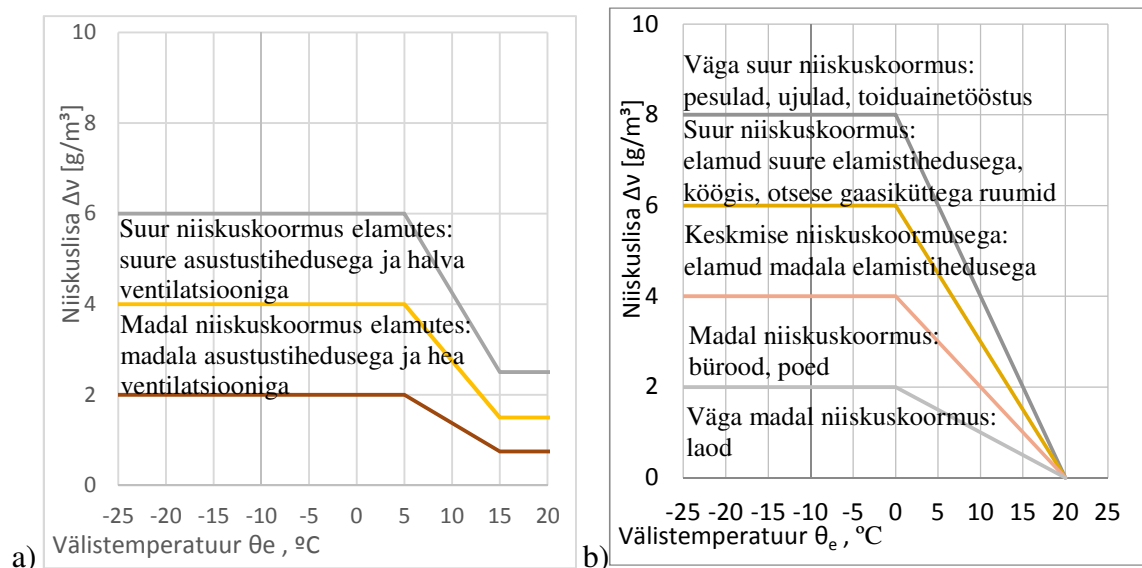
Siseõhu suhteline niiskus sõltub niiskustootlusest ruumides, ventilatsiooni toimimisest, õhuvahetusest ning välisõhust. Suhteline niiskus sõltub temperatuurist, sama veeauru sisaldusega õhu suhteline niiskuse protsent on soojemas keskkonnas madalam ja jahedamas keskkonnas kõrgem. Kuna suhteline niiskus sõltub temperatuurist, ei saa selle alusel veel öelda, kas ruumides on suur või väike niiskuskooormus. Siseruumide niiskuskooormust näitab sise- ja välisõhu veeaurusisaldus või veeauru osarõhkude erinevus. Seda suurust nimetatakse niiskuslisaks Δv , g/m^3 (EVS-EN 13788-2012). Hoones, kus on suur niiskustootlus ja väike õhuvahetus, on niiskusliisa suur. [16] Niiskusliisa arvutatakse järgmise valemiga:

$$\Delta v = v_i - v_e \quad (2.1)$$

kus: v_i siseõhu veeaurusisaldus, g/m^3

v_e välisõhu veeaurusisaldus, g/m^3

Niiskusliisa on kasutatud eluruumide niiskuskooormuste hindamisel ka standardis EVS-EN 13788-2012. Uuringust (Kalamees 2006 [17]) on selgunud, et standardi niiskuskooormuste jaotuste ja graafikute põhjal ei ole mõistlik elamuid iseloomustada, sest suveperioodil ei ole niiskusliisa 0 g/m^3 ja niiskusliisa sõltuvus välistemperatuurist on erinev. Joonisel 9 on välja toodud varasematest uuringutest saadud tulemused ja EVS-EN 13788-2012 erinevused. [16]



Joonis 9. (a) Kalamees.T poolt läbi viidud uuringus toodud niiskusliisa taseme tulemused [17], (b) niiskusliisa tasemed EVS-EN 13788-2012 järgi [16]

3.2.4 Väliskliima

Väliskliima andmed mõõdeti Hobo U-12 011 andur-andmesalvestajaga, mis asus hoone kõrval. Mõõteperioodi nädalate keskmised temperatuurid ja õhu suhtelised niiskused on välja toodud tabelis 4. Mõõteperioodi kõige madalam temperatuur oli -6,2 °C ja kõige kõrgem oli 18,2 °C.

Tabel 4. Nädala keskmised temperatuurid (θ , °C) ja suhtelised niiskused (ϕ , %) mõõdetud Tartus Hobo U-12 011 andur-andmesalvestajaga, perioodil 15. veebruar kuni 26. aprill 2017.

Nädal	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
θ , °C	0,70	-1,14	1,86	0,99	2,44	2,90	3,70	6,57	3,48	2,62	3,62
ϕ , %	85,2	83,9	85,1	78,4	80,7	78,8	67,9	70,2	70,5	66,1	77,7

Mõõteperioodi keskmine temperatuur oli +2,53 °C (min. -6,19 °C ja maks. +18,20 °C) ja keskmine suhteline niiskus oli 76,45% (min. 25,43% ja maks. 94,67%)

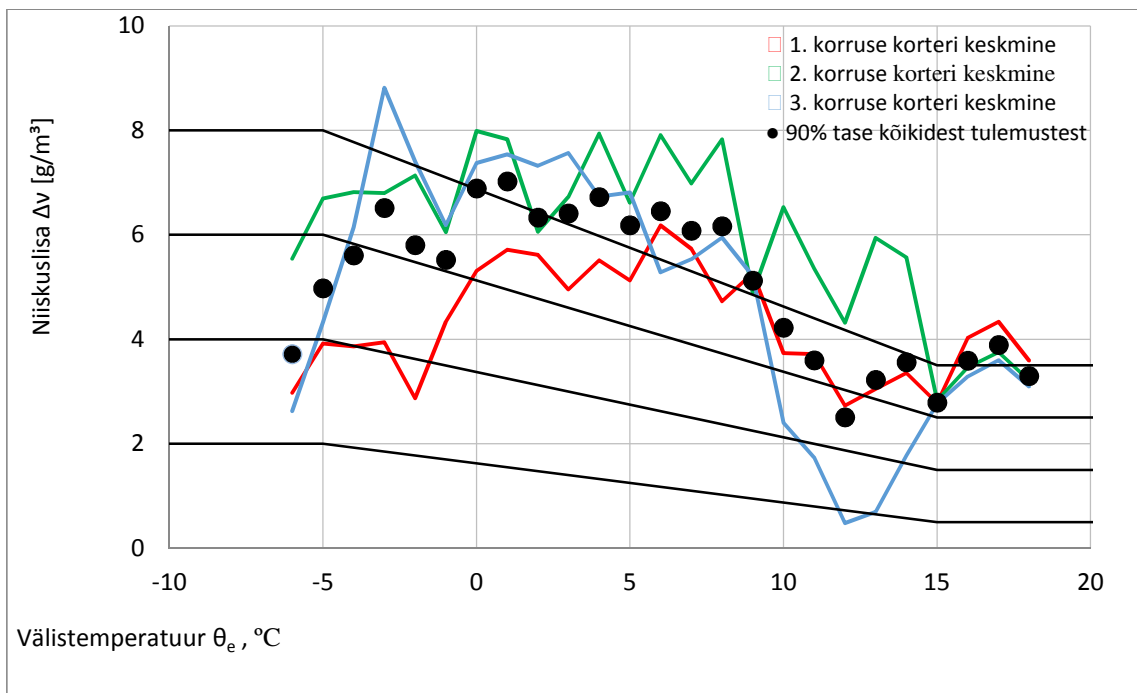
3.3 Korterite sisekliima mõõtmiste tulemused

3.3.1 Siseõhu niiskuskooormuse arvutus

Kolmes korteris mõõdeti soojuslikku ja niiskuslikku olukorda, andmeid salvestati iga 30 minuti tagant. Kõikides korterites oli peamiseks küttesüsteemiks puuküte, lisaks kasutasid paljud korterid talvel lisaküttena elektrilist põrandakütet või elektriradiaatoreid. Ühes korteris kasutatakse suvisel perioodil mehaanilist jahutussüsteemi, teistes korterites kasutatakse akna avamist jahutamiseks. Ventilatsioon oli korterites lahendatud telliskorstnates olevate väljaviigušachtide ja hoone piirete õhulekke kaudu. Kolme korteri köögid olid varustatud kubudega.

Hoone piirete pika kasutusea säilitamiseks tuleb tagada piirete probleemideta niiskustehniline toimivus. Kõige rohkem mõjutab tarindite ja hoone piirete niiskustehnilist käitumist sise- ja väliskliima tingimused. Niiskuskooormuse ja sisekliima

hindamise erinevuseks on see, et sisekliima puhul kasutatakse peamiselt keskmisi suursi, siis niiskuskooormusi hinnatakse teatud tõenäosusega esinevatena. Ehitusfüüsikaliste arvutuste tegemise jaoks on rahvusvaheliselt kokku lepitud 90% tõenäosuse tase (Sanders 1996). [18] See tähendab, et valitud koormuse normatiivsest suurusel on 90% väiksema koormusega ja 10% suurema koormusega. Niiskuselisa analüüsis on igast korterist arvutatud igale välisõhu temperatuurile vastav nädala keskmine niiskuselisa maksimumsuurus, peale selle on kõikide korterite maksimumsuurusest arvutatud 90% fraktiil (joonis 10). [19]



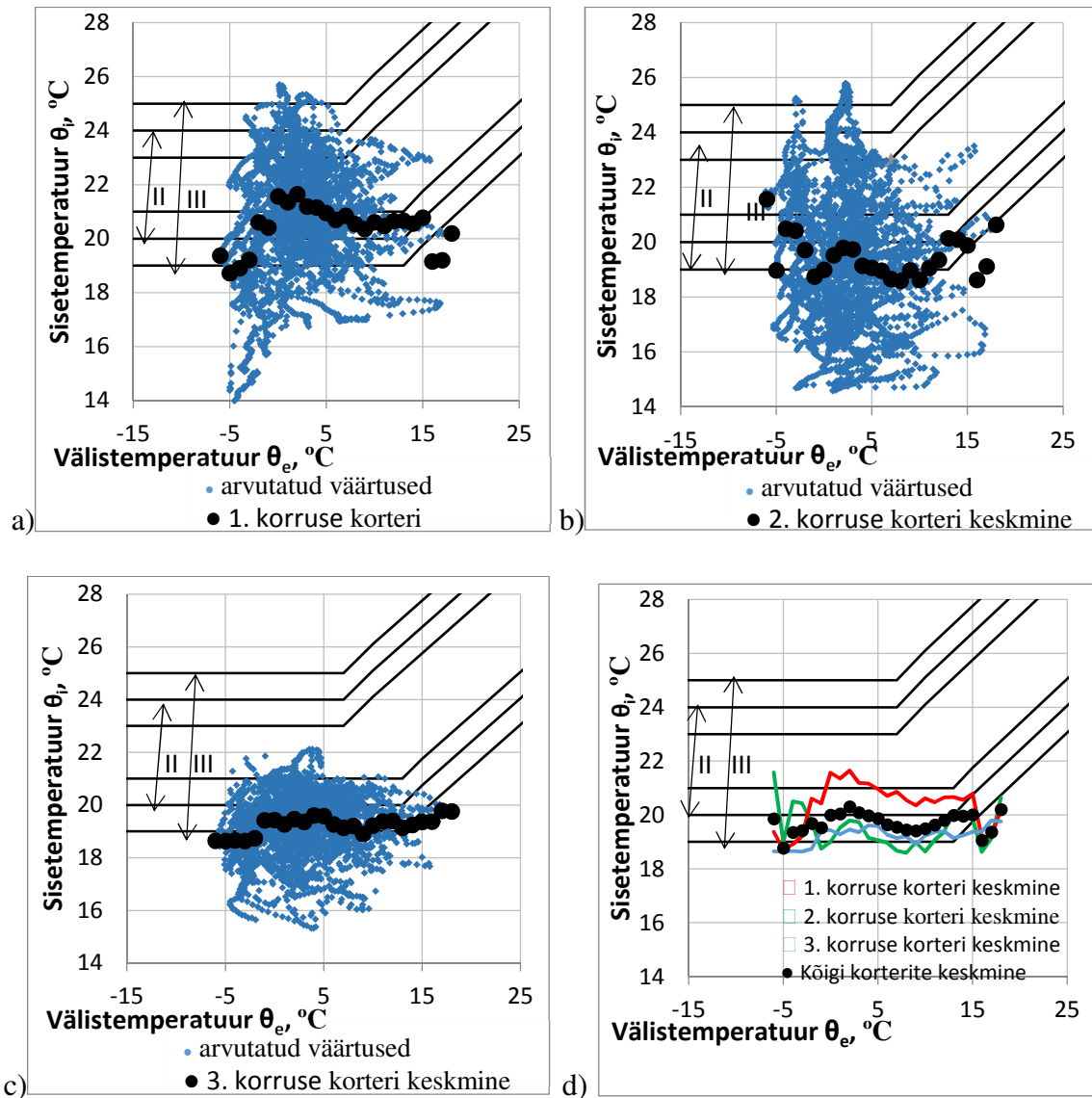
Joonis 10. Kõigi korterite niiskuselisa 90% kriitilisuse tasemel

Tulemustest saab järeldada, et 90% kriitilisuse tasemel on suur oht niiskuskahjustuste tekkeks, sest niiskuselisa ületab standardis kirjeldatud piireväärtusi.

3.3.2 Sisekliima sõltuvus välistemperatuurist

Hoone sisekliima ja küttekulud sõltuvad enamjaolt väliskliimast. Kolme uuritava korteri sisetemperatuuri mõõtetulemused jaotati vastavalt välistemperatuurile. Iga välistemperatuuri ühe kraadi kohta arvutati keskmine sisetemperatuur, mis loeti esindama

selle korteri keskmist sisetemperatuuri. Kolmes uuritud korteris jääb keskmine sisetemperatuur madalama sisekliima klassi alumise piiri juurde. Uuringu ajal oli korterite keskmine sisetemperatuur $+19,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ (mõõtmiste keskmine temperatuur oli vahemikus $+19,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja $+20,9\text{ }^{\circ}\text{C}$). Tulemused on toodud joonisel 11.



Joonis 11. Sisetemperatuuri sõltuvus välistemperatuurist. (a) 1. korruse korteri tulemused, (b) 2.korruse korteri tulemused, (c) 3 korruse korteri tulemused, (d) kõigi korterite keskmise sisetemperatuuri ja välistemperatuuri vaheline sõltuvus.

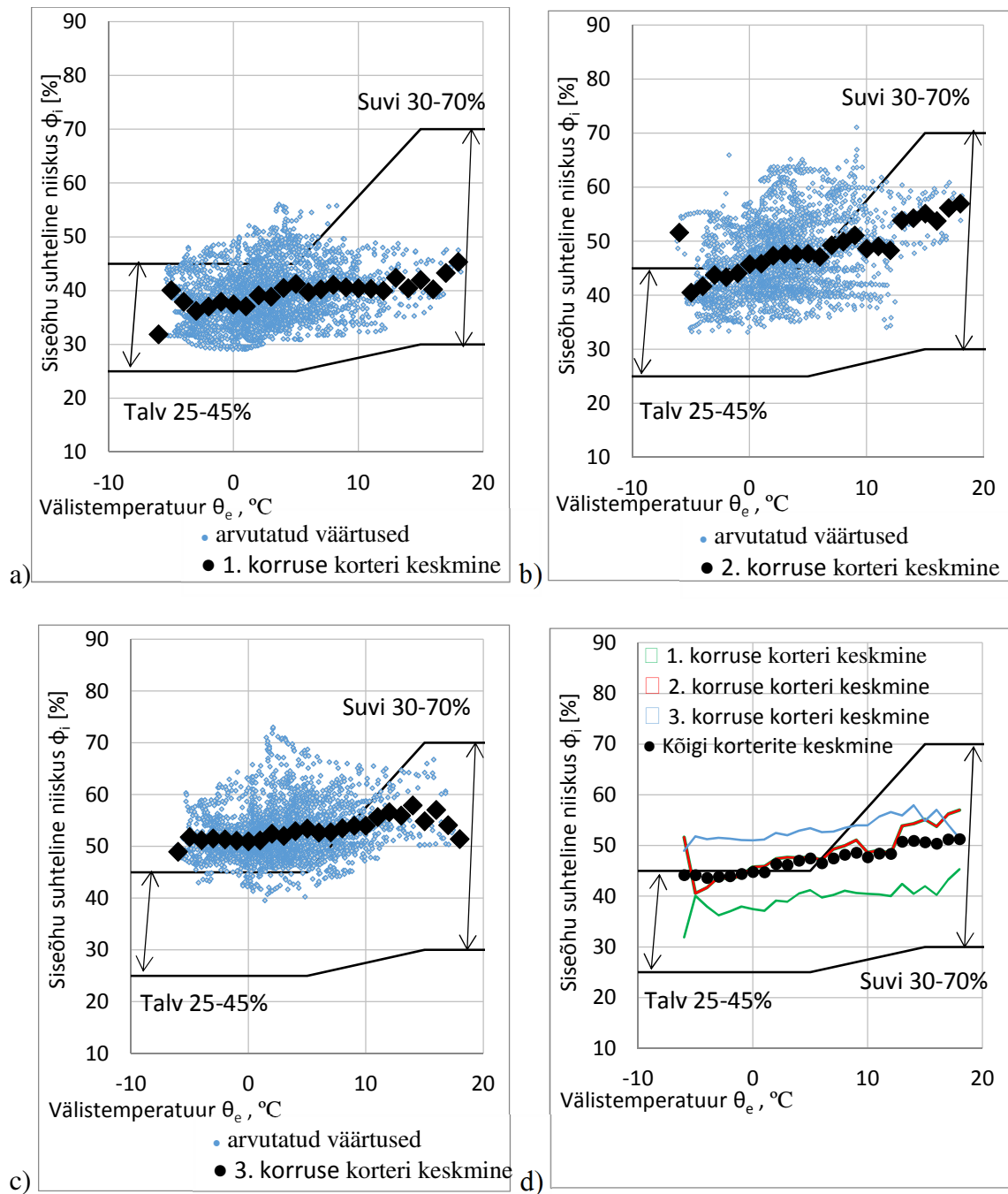
Elamu madal keskmine temperatuur võib olla põhjustatud asjaolust, et ahjusid ei saa pidevalt kütta, piirdetarindid on suure soojusjuhtivusega, ruumidel on suured õhulekked, elanikud on leppinud madalama temperatuuriga või üritatakse säästa küttekulutuste pealt.

Korterite sisekliima vastab EVS-EN 15251:2007 standardi järgi madalaima (III) sisekliima klassi piirsuurustele, selle madalama temperatuuri osas.

Tulemustest saab järeldada, et 1. korruse korteri sisetemperatuur vastab EVS-EN 15251:2007 kirjeldatud piirsuuruste järgi sisekliima II klassi piirnormidele, kuid 2. ja 3. korruse korterite sisetemperatuur vastab III klassi piirnormidele. Kõikide korterite keskmise tulemusena võib järeldada, et korterid tervikuna kuuluvad sisekliima III klassi.

3.3.3 Siseõhu suhtelise niiskuse sõltuvus välistemperatuurist

Iga korteri siseõhu suhtelise niiskuse mõõtetulemused jaotati vastavalt välistemperatuurile. Iga välistemperatuuri ühe kraadi kohta arvutati keskmine siseõhu suhteline niiskus, mis loeti esindama selle korteri keskmist õhuniiskuse taset (joonis 12). Uuringus osalenud kahe korteri suhteline õhuniiskus jäi EVS 829:2003 soovitatud normväärtuste vahemikku. Kolme korteri keskmine õhuniiskus oli 46% (mõõtmiste keskmine suhteline niiskus oli vahemikus 39% ja 52%).

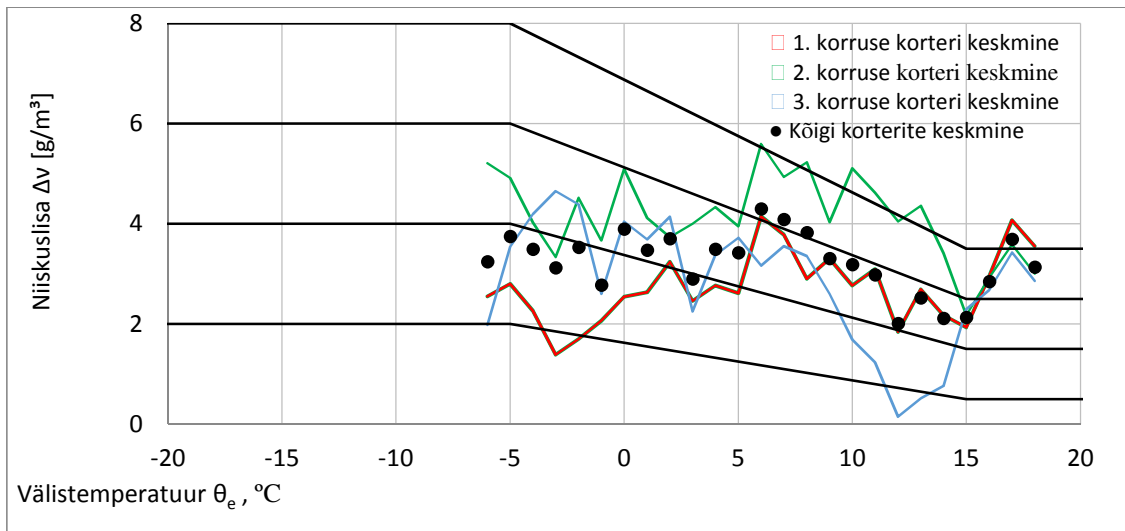


Joonis 12. Siseõhu suhtelise niiskuse sõltuvus välistemperatuurist. (a) 1. korruse korteri tulemused, (b) 2. korruse korteri tulemused, (c) 3. korruse korteri tulemused, (d) kõigi korterite keskmise siseõhu suhtelise niiskuse ja välistemperatuuri vaheline sõltuvus.

Tulemustest saab järeldada, et 1. korruse ja 2. korruse korterite siseõhu keskmine suhteline niiskus jääb talveperioodil EVS 829:2003 soovitatud normväärtuste vahemikku. 3. korruse korteri suhtelise niiskuse tase ületab talvel soovitatavad 25-45% piiri, millest tingituna on suurem oht hallituse tekkeks korteris. Kui arvestada kõiki kortereid ühe

tervikuna, siis keskmine niiskus ületab välistemperatuuril -10 kuni 10 °C soovitatuid normväärtusi.

Niiskuskooormuse ja välistemperatuuri vahelise sõltuvuse uurimiseks jaotati iga korteri niiskuslisa mõõtetulemused vastavalt vastavalt välistemperatuurile. Iga välistemperatuuri ühe kraadi kohta arvutati niiskuslisa keskmine suurus, mis loeti esindama selle korteri niiskuskooormust (joonis 13).



Joonis 13. Kõigi korterite keskmise niiskuslisa sõltuvus välistemperatuurist

Uuritud perioodi kõikide korterite keskmine niiskuslisa oli 3,24 g/m³ (min. 2,73 g/m³ ja maks. 4,15 g/m³). Lähtudes joonisel 7 (a) välja toodud niiskuslisadest võib öelda, et tegemist on korteritega, kus on suur niiskuskooormus, mis tuleneb inimese suurest niiskustootlikusest (pesu kuivatamine toas, pesemine, söögi tegemine, suur inimeste arv ruumis).

3.4 Korterite ventilatsiooni toimivus ja siseõhu kvaliteet


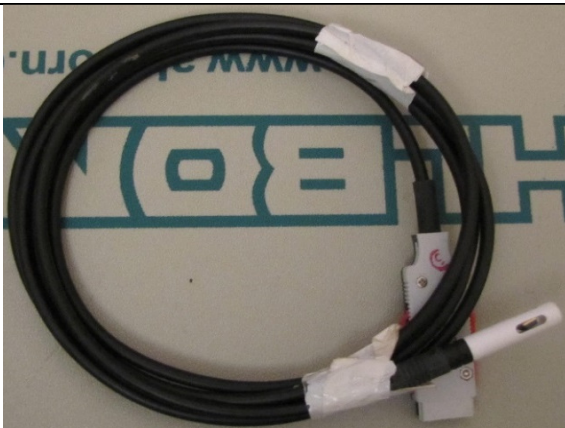
Inimesed veedavad 90% oma päevast siseruumides, olgu selleks siis kodu, töö või kool. Siseruumides sissehingatava õhu kvaliteedil on otsene mõju meie tervisele. [20] Elamu siseõhu kvaliteet sõltub mitmetest parameetritest ja saasteallikatest (nt inimeste arv, ruumide kasutusaeg, saasteainete eraldumine ruumis tegevuse toimel (suitsetamine, niiskus, intensiivne söögivalmistamine), saasteainete eraldumine mööblist, põranda kattmaterjalist ja puhastusvahenditest). [13] Suurem osa terviseprobleemidest ja hoone

tarindi toimivusest on seotud niiskusega, seega tuleb suurt tähelepanu pöörata ventilatsiooni toimivusele ja siseõhu kvaliteedile. Korterite ventileerimiseks on kasutusel loomulik ventilatsioon, mis toimib korstnaefektil. Õhk vahetub ruumides sise- ja välisõhu temperatuuride erinevuse tõttu, lisaks oleneb ka tuulest õhuvahetus. Külmal õhk tungib sisse akendest, hoone konstruktsioonis olevatest pragudest ja õhuvõtuavadeist ja soe õhk väljub läbi korstna ventilatsioonilööri. Sellest tingituna on talvel suurem õhuvahetus kui suvel, sest talvel on sise- ja välistemperatuuride erinevus suurem. [21]

3.4.1 CO₂ sisalduse mõõtmise metoodika ja hindamise kriteeriumid

CO₂ kontsentratsiooni mõõtmiseks kasutati Ahlborni andureid. Mõõteseadmete mõõtepiirkonnad ja täpsus on toodud tabelis 5. Mõõtmised toimusid talvekuudel ajavahemikus 14.02-09.03.2017. Mõõtmiste ajal oli „keskmiselt halvemad ilmastikutingimused“ [13], mille abil saame täpsemad tulemused, kuna siis kasutati vähem aknatuulutust ja värskõhu klapid olid kinnises asendis. Mõõtmised teostati ühe korteri kaupa ja mõõdeti ühe nädala jooksul. CO₂ mõõtmisi teostati kolme korteri magamistoas, kus magas öösel üldiselt 1 inimene. Süsihappegaasi mõõtmiseks paigaldati andurid võimalikult toa keskele, et toa õhk oleks võimalikult palju segunenud.

Tabel 5. CO₂ taseme ning temperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse mõõtmiseks kasutatud andurid

Ahlborn FYA600CO2H		Ahlborn FHAD 46 –C2
		
Mõõtepiirkond	CO ₂ tase 0 – 10 000 ppm	-20 kuni +60 °C 5 kuni 98% RH
Mõõte-täpsus	±2% lugemist või 50 ppm (0-5000 ppm)	±2%RH vahemikus 10 kuni 90%RH ±0,2K +5 to 60°C

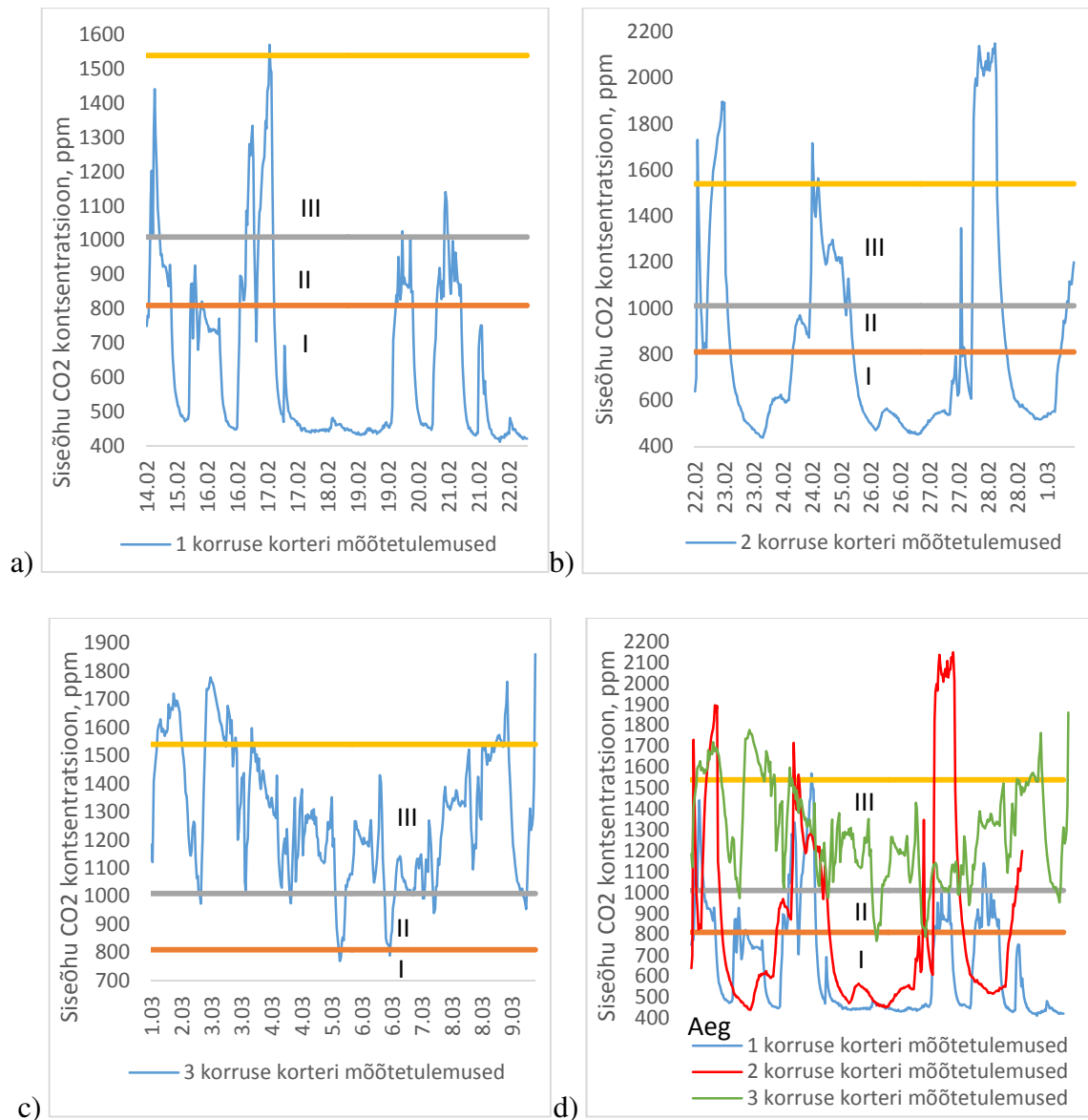
Vabariigi valitsuse määruse nr. 38 järgi peab olema eluruumides loomulik või mehaaniline ventilatsioon, mis tagab inimese elutegevuseks vajaliku õhuhulga ja selle ringluse. Lisaks peab olema tagatud Eestis kasutatavate normide kohane õhu liikumise kiirus eluruumis, keemiliste ja bioloogiliste ühendite sisalduse piirkontsentratsioon siseõhus. [11] Saame lähtuda praegu kasutusel olevast standardist, mis määrab CO₂ sisalduse piirnormi siseõhus, arvestades sisekliima klassi. Energiaarvutustes ja nõudluspõhise reguleeritava ventilatsiooni projekteerimisel lähtume EVS-EN 15251:2007, kus on kirjeldatud CO₂ piirkontsentratsioonid (tabel 6). Küll aga ei ole mõistlik antud standardi CO₂ väärtusi kasutada, kuna need väärtused kehtivad rohkem nõudluspõhise ventilatsiooniga hoonete kohta. Uuritavas hoones on kasutusel loomulik ventilatsioon, kus tuleks kasutada sisekliima projekteerimiskriteeriumis CR 1752 esitatud piirnorme. Välisõhu CO₂ sisalduseks on võetud 350 ppm (tabel 7). [14]

Tabel 6. Siseõhu soovituslikud CO₂ sisaldused, erinevate standardite näitel

Sisekliima klass	Siseõhu CO ₂ sisaldus välisõhu tasemel 350 ppm, ppm		
	EVS-EN 15251	CR 1752	EVS 839 (kehtetu)
I (A)	700	810	1000
II (B)	850	1010	1250
III (C)	1150	1540	1500

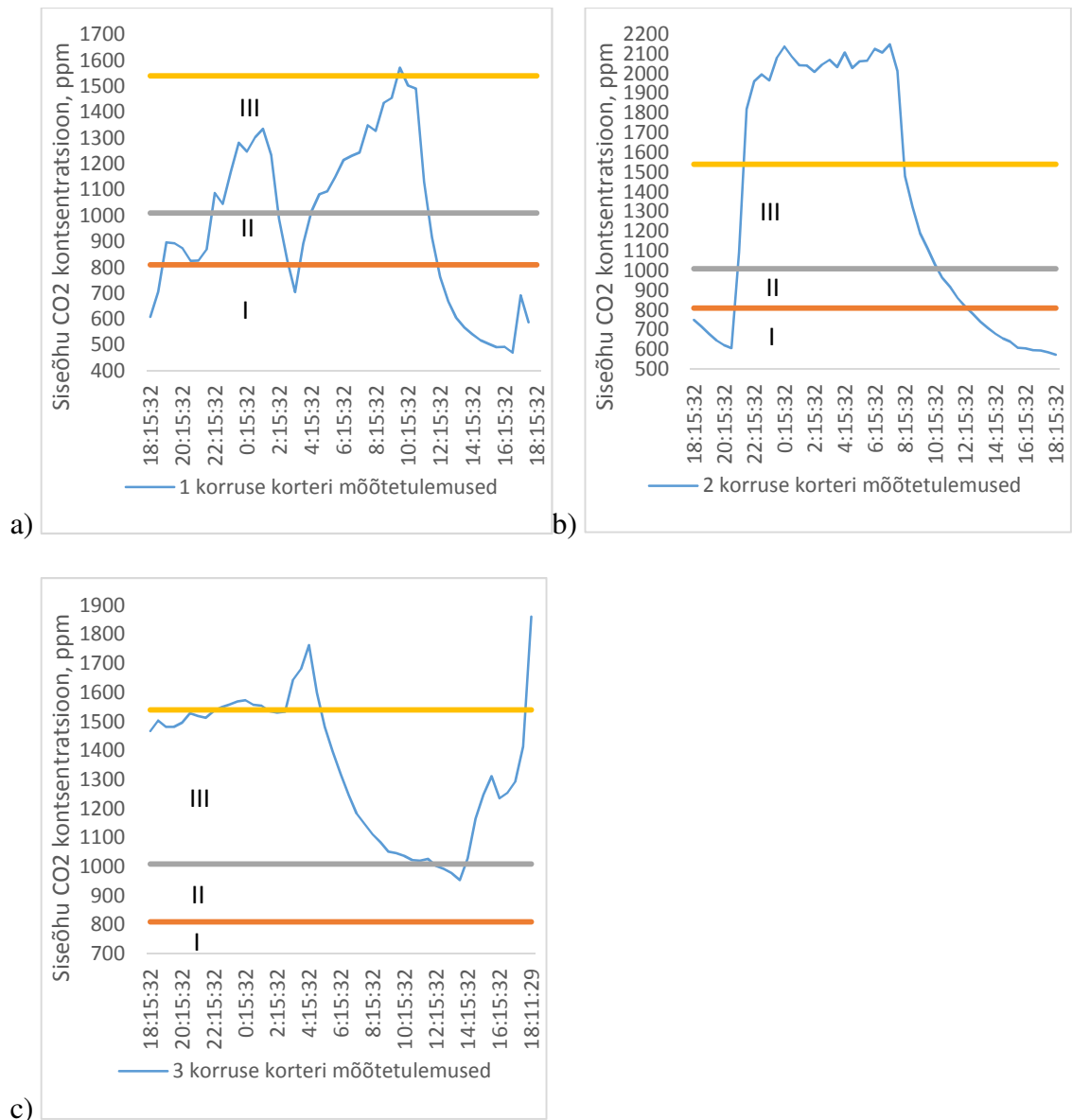
3.4.2 Korterite sisekliima mõõtmiste tulemused

Korterite magamistubades mõõdetud CO₂ kontsentratsioonid jäid vahemikku 412 – 2149 ppm ja nende keskmine oli 934 ppm, mis vastab II (B) sisekliima klassile. Mõõtmiste tulemused on välja toodud joonisel 14. Kõige madalam nädala keskmine CO₂ kontsentratsioon oli esimese korruse korteris - 647 ppm, mis vastab I (A) sisekliima klassile. 1. korruse korteri CO₂ madal kontsentratsioon võib olla tingitud, sellest, et inimene veedab aega magamistoas enamjaolt ainult öösiti magades, päeval ajal ei viibi kodus või kui viibib, siis teistes tubades. Teise korruse korteri kontsentratsiooni tase oli 854 ppm, mis vastab II (B) sisekliima klassile ja kolmandal korrusel mõõdetud nädala keskmine tulemus oli 1287 ppm, mis vastab III (C) sisekliima klassile.



Joonis 14. CO₂ kontsentratsiooni muutus uuritud korterites ühe nädala jooksul, (a) esimese korruse korteris, (b) teise korruse korteris, (c) kolmanda korruse korteris, (d) kolmes korteris nädala jooksul

Eraldi on välja toodud kolme korteri ööpäevased CO₂ kontsentratsiooni kõikumised. Valitud on ööpäev, kus kontsentratsiooni tase oli nädala kõrgeim. 1 korruse korteril on uuritud 16-17. veebruari, 2 korruse korteril on uuritud 27-28. veebruari ja 3 korruse korteril on uuritud 8-9. märtsi tulemused on toodud joonisel 15.



Joonis 15. CO₂ kontsentratsiooni kõikumised ööpäeva jooksul, (a) 1 korruse korteris, (b) 2 korruse korteris, (c) 3 korruse korteris

Siseõhu CO₂ kontsentratsiooni kiire langemine võib olla tingitud elanike lahkumisest ruumist.

Mõõtmistest saab järeldada, et korterite siseõhu kvaliteet vastab II (B) klassile, tulemus võib olla tingitud sellest, et suurema osa ajast ei veeda inimene magamistoas. Mõõtmised toimusid kolme korteri magamistubades, seega tuleb järelduste tegemiseks lähtuda öisest CO₂ kontsentratsiooni sisalduse kuna siis on inimene ühtlaselt teatud aja ruumis. Öisest tulemusest saab järeldada, et ventilatsioon ei ole magamistubades piisav.

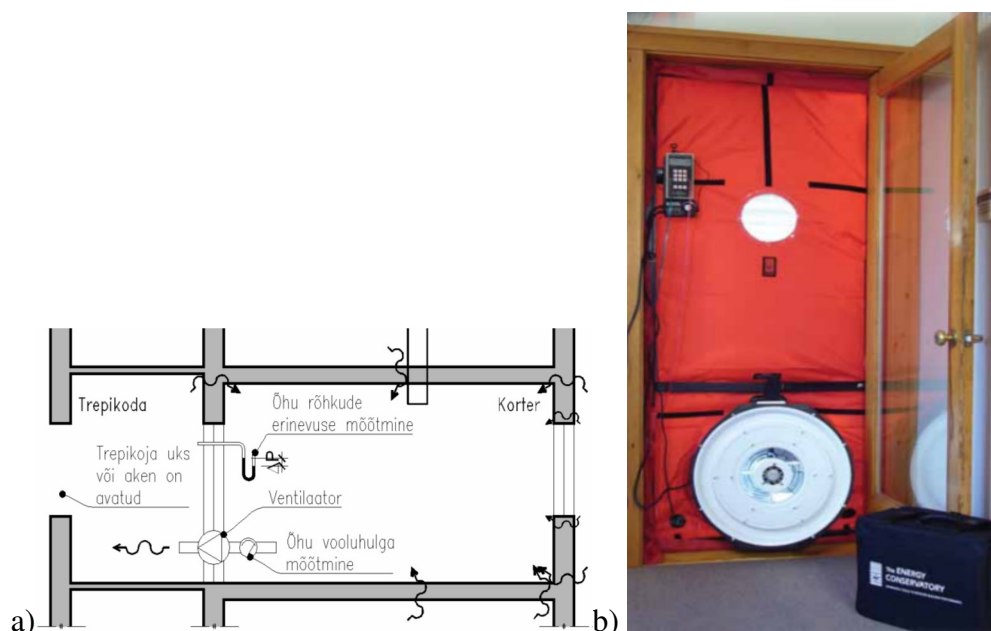
3.5 Korterite piirete õhupidavus

3.5.1 Korterite piirete õhupidavuse mõõtmise ja hindamise meetodika

Hoone piirete ebapiisav õhupidavus väljendub planeerimatus ja kontrollimatus õhuvoolus hoonete piirete kaudu, eelkõige läbi pragude ja ebatiheduste. Hoone piirete õhupidavust mõjutavad järgmised tegurid: hoonete energiatõhusus, niiskustehnilised probleemid, hallituse teke, veeauru kondenseerumine, ebasoovivate lõhnade liikumine korterite vahel, piirde pindade alajahtumine, sisekliima kvaliteet ja tuuletõmbus. [7]

Korterite piirete õhupidavuse mõõtmisel lähtuti standardile EVS EN 13829:2001 "Thermal performance of buildings – Determination of air permeability of buildings – Fan pressurization method". Hoone õhupidavuse mõõtmiseks kasutame ventilaatoriga survestamise meetodit. [22]

Hoones tehti õhutiheduse mõõtmised korterite kaupa. Korterite välisukse avasse paigaldati mõõtesead, mis koosneb muudetava suurusega raamist, õhutihedast kangast, ventilaatorist ja mõõte – ning juhtimisest (joonis 16).



Joonis 16. Blowerdoor uksega korteri õhupidavuse mõõtmine: (a) korteri õhupidavuse põhimõtteline mõõtmise skeem [7], (b) õhupidavuse mõõtmise seade Blowerdoor (allikas: toote manuaal)

Enne korteris mõõtmise alustamist suleti kõik välispiirdes olevad aknad ja uksed, värskõhuklapid ja ventilatsioonivad teibiti kinni. Pliitide ja ahjude avad kleebiti samuti kinni, kuna alarõhu tingimustes võib sealt kaudu tahma tuppa tulla. Sisemised vaheuksed jäeti avatuks. Lisaks kontrolliti, et kõik kraanid oleks kinni ja haisulukkudes oleks vesi sees. Mõõteseadme ventilaator tekitas sise- ja välisekeskkonna vahel soovitud õhurõhkude erinevuse. Katse käigus mõõdeti õhuvooluhulka, mis oli vajalik tekitatud rõhuerinevuse hoidmiseks. Sama õhuhulk, mis läbis ventilaatorit, tuli ka korterisse piirde ja pragude kaudu. Lekkeõhu vooluhulka mõõdeti erinevate õhurõhkude, nii alarõhu kui ka ülerõhu tingimustes 10 Pa sammuga, 10...±60 Pa. Enne ja pärast lekkeõhuhulga mõõtmist mõõdeti sise- ja väliseskkonna vaheline loomulik õhurõhkude erinevuse suurus ning sise- ja välistemperatuur, nende alusel korrigeeriti mõõtetulemusi. [10,22] Õhupidavuse mõõtmise põhimõtteline skeem on toodud joonisel 16a.

Õhulekkearvu piirväärtuseks on seatud elamutel 3 m³/(h·m²) ja muudel hoonetel 6 m³/(h·m²) [23]. Kõige rohkem sõltub hoone piirete õhupidavus kasutatavatest ehitusmaterjalidest, ehitamise tehnoloogiast ja töö kvaliteedist. Tabelis 7 on toodud hoone piirete iseloomulikud õhuvahetus korduste ja õhulekkearvude suurused Soome määrase D5 järgi. [24] Õhupidavuse tagamiseks peab olema hoonel võimalikult vähe õhulekke kohti. Suuremate õhulekkekohtade tuvastamiseks kasutati korterites termograafi Flir B2 (joonis 17), millega tehti termopilt, millest on näha lekke koht ja kõrvale lisaks tavaline pilt, et oleks aru saada mis kohaga on tegemist.



Joonis 17. Termograaf Flir B2,(Allikas: Flir B2 manuaal)

Tabel 7. Hoone piirete õhuvahetuskorduste ja õhulekkearvude iseloomulikud suurused Soome määruse D5 järgi [24]

Õhupidavus	Detailide lahendus	Õhuvahetuskordus 50 Pa juures n_{50}, h^{-1}	Õhulekkearv 50 Pa juures $q_{50}, m^3/(h \cdot m^2)$
Õhupidav hoone	Vuukide ja liitekohtade õhupidavusele on pööratud erilist tähelepanu nii projekteerimisel, ehitamisel kui ka järelvalvel	Väikemajad: 1,0-3,0 Korterelamud ja bürood: 0,5-1,5	Väikemajad: 1,0-3,0 Korterelamud ja bürood: 1,0-4,0
Keskmine õhupidavus	Vuukide ja liitekohtade õhupidavusele projekteerimisel, ehitamisel kui ka järelvalvel lähtutakse tavalisest ehituspraktikast	Väikemajad: 3,0-5,0 Korterelamud ja bürood: 1,5-3,0	Väikemajad: 3,0-5,0 Korterelamud ja bürood: 4,0-8,0
Piirded ei ole õhupidavad	Õhupidavusele ei ole tähelepanu pööratud ei projekteerimisel, ehitamisel ega ka järelvalvel	Väikemajad: 5,0-10,0 Korterelamud ja bürood: 3,0-7,0	Väikemajad: 5,0-10,0 Korterelamud ja bürood: 8,0-20,0

3.5.2 Mõõtmiste tulemused

Õhupidavust mõõdeti kolmes korteris, mis asusid erinevatel korrustel. Õhupidavust mõõdeti Blowerdoor (ventilaatoriga õhuhõrendus uks), mis vastab standardile EVS-EN 13829:2001. Tabelis 6 on toodud õhulekkearv q_{50} , mis iseloomustab lekkeõhu suurst 50 Pa juures jaotatuna korteri piirdetarindi pindalale. Lisaks on tabelis 8 esile toodud õhuvahetuskordsus 50 Pa juures n_{50}, h^{-1} , mis iseloomustab lekkeõhu suurst 50 Pa juures jaotatuna korteri sisekubatuurile. Kolme korteri keskmine õhulekkerarv $q_{50}=6,24 m^3/(h \cdot m^2)$ (min. $3,33 m^3/(h \cdot m^2)$; maks. $11,26 m^3/(h \cdot m^2)$) ja õhuvahetuvus 50 Pa juures oli $n_{50}=10,7 h^{-1}$ (min. $5,58 h^{-1}$; maks $7,37 h^{-1}$).

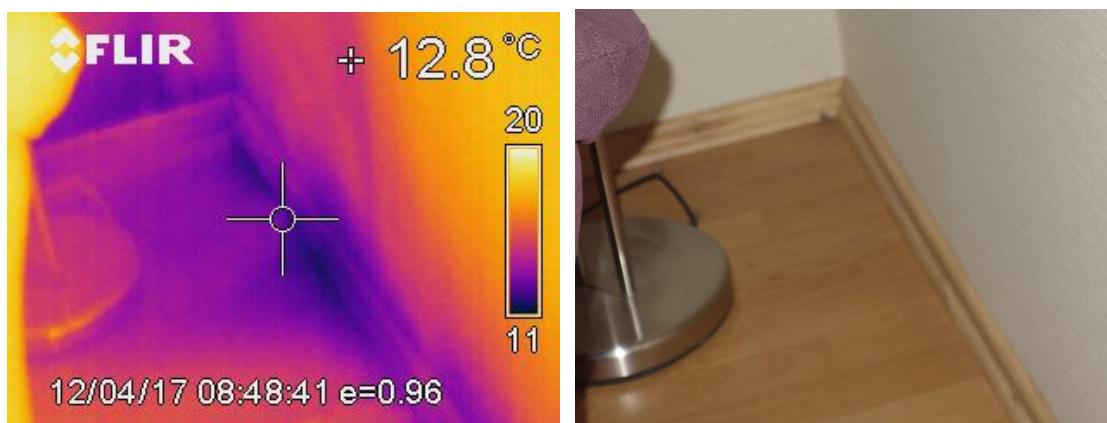
Tabel 8. Korterite õhupidavuse mõõtetulemused

	Õhulekkearv, $q_{50}, m^3/(h \cdot m^2)$	Õhuvahetuvus @50Pa, n_{50}, h^{-1}
1. korruse korter	11,26	19,12
2.korruse korter	3,33	5,58
3.korruse korter	4,12	7,37

Eesti eluasemefondi puitkorterelamute uuringus [7] mõõdetud keskmine õhulekkearv oli $q_{50}=10 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ (min. $3,8 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$; maks. $22 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$) ja õhuvahetus $n_{50}=13 \text{ h}^{-1}$ (min. $4,8 \text{ h}^{-1}$; maks 24 h^{-1}). Tulemustest saab järeldada, et antud hoone on õhupidavam, kui puitkorterelamute uuringus käsitletud hooned.

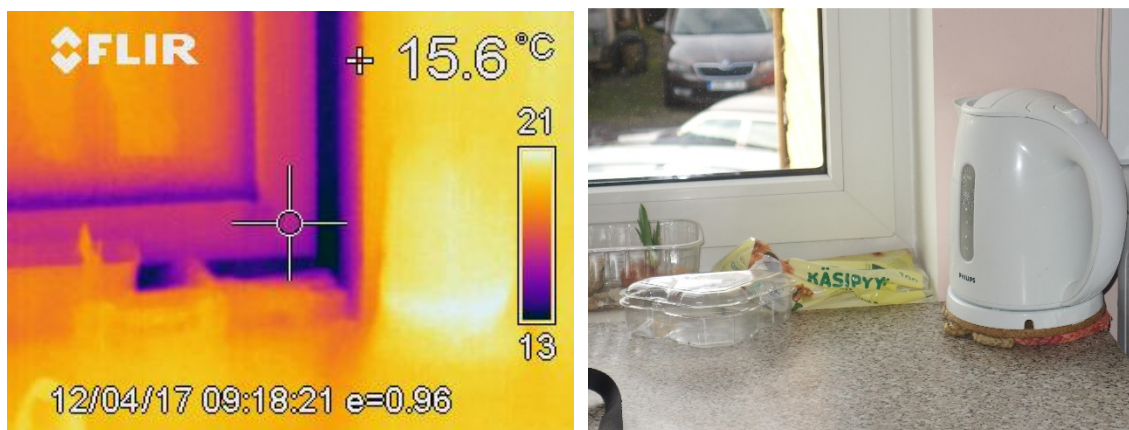
Võrreldes esimese korruse ja teise korruse korterite õhulekkearve, on näha, et alumise korruse korteris on oluliselt suurem õhuleke. Erinevus võib olla põhjustatud vee- ja kanalisatsioonitrasside läbiviikudest läbi vahelaed. Võrreldes teise ja kolmanda korruse korterite õhulekkearve, võib järeldada, et pööningu vahelaed on suurem õhuleke kui teise korruse vahelaed. Peamisteks õhulekke kohtadeks olid välisseinad, siseseinad, avatäited ja nende liitumised seintega, tehnosüsteemide ja torustike läbiviigud. Kolmes korteris, kus õhulekkearv ületas EVS 837-1:2003 välja toodud piirväärtuseid, tundsid elanikud tuuletõmbust, temperatuuride erinevus ruumides ja kõikuvat õhutemperatuuri talvel. [7] Lähtudes Soome normist D5, võib järeldada, et hoone ehitamisel ei ole õhupidavusele tähelepanu pööratud.

Termografeeriti kolme korterit, kus teostati üle- ja alarõhu test. Termokaameraga uuriti korterite õhulekkeid aktiivses olekus. Kõige suuremad õhulekke kohad olid põranda ja välisseina liitekohtadel (joonis 18).



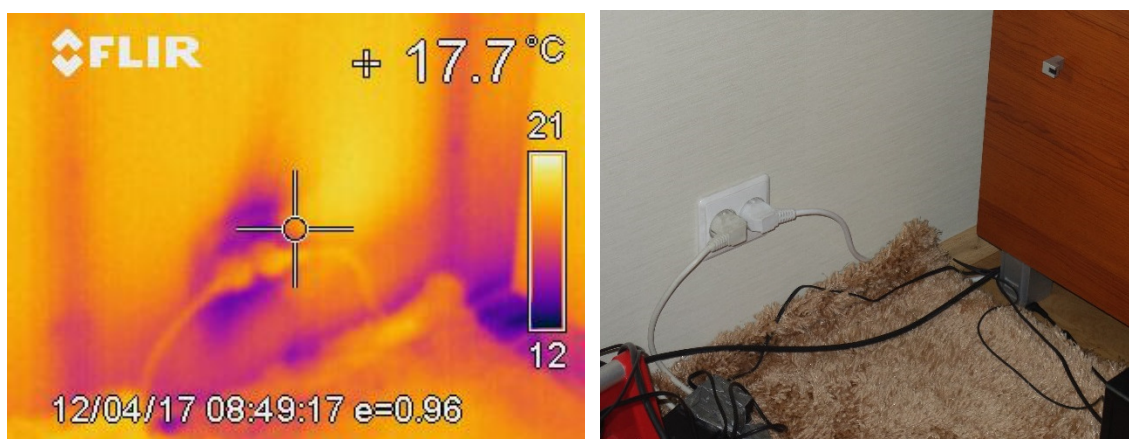
Joonis 18. Õhuleke aktiivses olekus põranda ja välisseina liitekohas

Kõikides uuritud korterites esines õhulekkeid aknaraami ja aknalaua ümbruses, mis võib olla tingitud paigalduskvaliteedist ja halvast tihendamisest. (joonis 19).



Joonis 19. Õhuleke aktiivses olekus aknalengi ja välisseina liitekohas

Õhulekkeid esines pistikupesade ümbruses (joonis 20), kus oli käega tunda õhu liikumist. Sanitaarremonti tehes on elanikud kipsplaadi taha soojustuseks paigaldanud villa, kuid palkide vahed on jäänud tihendamata, millest tingituna liigub õhk siiski sise- ja väliskeskkonna vahel.



Joonis 20. Õhuleke aktiivses olekus välisseinas asuvate pistikupesade juures

Korterite peamised õhulekke kohad olid põranda ja välisseina liitekohad, aknalengi ja välisseina liitekohad, välisseinas asuvad pistikupesad ja läbiviigud läbi seinte ja põrandate. Aknalengide paigaldusel tuleb tagada kvaliteetne paigaldus ja korralik tihendamine. Suurest õhulekkest tingituna võib elanik korteris tunda tuuletõmbust. Õhuleket vähendaks palkide vahede tihendamine ja läbiviikude tihendamine. Korterite õhupidavus mõjutab küttekulusid ja sisekliimat.

4 Korterite elanike hinnangud ja strateegilised hoiakud: ankeetküsitluse kokkuvõtte tulemused

T. Kalamehe poolt koostatud ankeetküsitluse (lisa 2, L2.1) läbiviimisega uuriti hoones asuvate korterite elanikelt, millised on nende hinnangud ja strateegilised hoiakud hoone suhtes[7]. Küsimused puudutasid korteri tehnilist seisundit, ruumide kasutust, rahulolu sisekliima ning soojusliku mugavusega. Lisaks olid küsimused suunatud kütte- ja ventilatsiooniprobleemide ning niiskusrežiimi väljaselgitamiseks, kuid vaadeldud oli ka müra- ja terviseprobleeme ning korteri remondivajadust. Osad küsimused eeldasid ja võimaldasid täpset vastust millegi olemasolu või ilmnemise kohta, lisaks oli küsimusi, kus vastused tuli asetada etteantud skaalale ühest äärmusest teise. Elanike käest küsiti ka talvel kuluvate puude hulka ja talve keskmist elektri arve suurust.

Korteriomanike hinnangute ja strateegiliste hoiakute küsitlusele saadi vastused kõikidest korteritest.

Elamistingimused

Uuritavas kortermajas oli elanikeks nii korteriomanikke kui ka üürnikke. Üürikortereid on hoones neli ja viies korteris elavad omanikud. Uuritud korterite kasutusintensiivsus on nii suvel kui ka talvel üldiselt samasugune ning päeval on korterites elanikke vähem kui öösel ja hommikul. Keskmine elanike arv korteris on 1,4. Hoones on kokku 9 korterit, millest neli on ühetoalised, neli on kahetoalised ja üks on kolmetoaline. Korterite keskmine pindala on 29,3 m², kõige suurem on 46,3 m² ja väikseim 22,4 m². Ühe inimese kohta on keskmiselt 23,5 m² elamispinda (min. 9,3 m² ja maks. 46,3 m²). Esimesel korrusel on neli, teisel korrusel kolm ja kolmandal kaks korterit. Elanikel kulub ruumide kütteks keskmiselt 4,8 ruumi puid ja kuu keskmine elektriarve on 36 eurot.

Korter nr. 1 asub esimesel korrusel ja eluruumide pindala on 27,6 m². Elanikke on korteris üks. Korteris on tehtud viimase 5 aasta jooksul sanitaarremont ja aknad on vahetatud viimase 10 aasta jooksul. Aknad on kõikides ruumides hõlpsasti avatavad. Avamise peamiseks põhjuseks on värske õhu sisse laskmine ja söögi tegemisel tekkiva niiskuse välja laskmine. Pesu kuivatatakse toas kord nädalas. Talvel tuulutatakse ruume 1-3 korda nädalas ja kestab 2-10 minutit. Korteris on kasutusel ahiküte, vajadusel kasutatakse lisaks

elektriradiaatorit. Talvel temperatuurist esinevad probleemid olid järgmised: siseõhu temperatuur liiga külm ja kõikuv, põranda madal temperatuur, lisaks esineb elanikul tuuletõmbuse tunnet. Mürast tingitud probleeme esineb mõnikord.

Korter nr. 1a asub esimesel korrusel ja eluruumide pindala on 27,8 m². Elanikke on korteris kolm - kaks last ja üks täiskasvanu. Lisaks elab korteris kaks lemmiklooma. Korteris on vahetatud viimase 10 aasta jooksul ja sanitaarremont on teostatud viimase 5 aasta jooksul. Korteris on vahetatud aknaid avatakse talvel selleks, et ahju tõmmet suurendada. Korteris tehakse kaks korda päevas sooja toitu ja pesu kuivatatakse toas igapäevaselt. Korteris on põhiliseks küttesüsteemiks on ahi ja kamin, lisaks on WC-s kasutusel põrandaküte. Talvisel perioodil on kõige suuremaks probleemiks kõikuv temperatuur.

Korter nr. 2 asub esimesel korrusel ja eluruumide pindala on 23,3 m². Korteris elab üks elanik ja üks lemmikloom. Korteris on vahetatud aknaid ja tehtud sanitaarremont viimase 10 aasta jooksul. Talvel tuulutatakse korterit iga päev 10-30 minutit ja peamiseks tuulutuse põhjuseks on umbne õhk. Suvel on aknaid terve päev lahti, et saada tuppa värsket õhku. Sooja sööki tehakse ühe korra päevas ja pesu kuivatatakse toas kord nädalas, lisaks kasvab korteris 5 toataime. Pesemisvõimalust kasutatakse kord päevas. Elutoas on tekkinud kapi taha seinale hallitus, mis on tingitud kõrge niiskuse tasemest. Korteris on põhiliseks küttesüsteemiks on ahi. Talvisel perioodil on kõige suuremaks probleemiks kõikuv temperatuur, ruumide erinev temperatuur, külmad põrandad ja niiske õhk.

Korter nr. 4 asub esimesel korruse ja eluruumide pindala on 22,4 m². Korteris elab üks elanik ja üks lemmikloom. Korteris on tehtud viimase 5 aasta jooksul sanitaarremont, kuid aknaid ei ole vahetatud. Sooja sööki valmistatakse 2 korda päevas ja pesu kuivatatakse toas 2-3 korda nädalas. Akna sisepind muutub söögi tegemisel uduseks ja aknale on tekkinud härmatis. Talvel tuulutatakse korterit 1-3 korda nädalas ja keskmiselt 1-2 minutit. Tuulutamise peamine põhjus on toidu valmistamine ja õhu umbsus. Korteris on põhiliseks küttesüsteemiks on ahi ja lisaks kasutatakse elektriradiaatorit. Talvisel perioodil on peamiseks probleemiks liiga külmad põrandad.

Korter nr. 7 asub teisel korrusel ja eluruumide pindala on 35,4 m². Korteris elab kaks inimest ja üks koduloom. Korteris on tehtud viimase 5 aasta jooksul sanitaarremont ja

aknad on vahetatud viimase 10 aasta jooksul. Kõik aknad on hõlpsalt avatavad. Talvisel perioodil tuulutatakse elamist umbes 30 minutit, mis on tingitud söögi tegemist, õhu umbsusest ja ahju ebapiisavast tõmbest. Suvel on kõik aknad terve ööpäeva lahti, kuna korter on liiga palav ja õhk on umbne, lisaks kasutatakse ka konditsioneer. Korterit põhiliseks küttesüsteemiks on ahi, lisaks on põrandaküte WC-s ja vannitoas. Peamiseks probleemiks talvisel perioodil on kõikuv temperatuur ja umbne õhk.

Korter nr. 7a asub teisel korrusel ja eluruumide pindala on 32,0 m². Korteris elab kaks täiskasvanud inimest. Korteris on tehtud viimase 10 aasta jooksul sanitaarremont ja vahetatud aknad. Sooja sööki valmistatakse kord päevas ja söögi valmistamisest tingituna on muutunud akna sisepind uduseks. Korteris on esinenud niiskuskahjustusi, mis on tingitud katuse läbijooksust. Talvisel perioodil tuulutatakse tuba 1-3 korda nädalas ja tuulutus kestab umbes 30 minutit. Suvel tuulutatakse korterit peaaegu iga päev, mis on tingitud toidu valmistamisest, palavusest, koristamisest ja õhu umbsusest. Korterit põhiliseks küttesüsteemiks on ahiküte. Talvisel perioodil on peamiseks probleemiks kõikuv temperatuur.

Korter nr. 8 asub teisel korruse ja eluruumide pindala on 46,3 m². Korteris elab üks inimene. Korteris on tehtud viimase 5 aasta jooksul sanitaarremont ja aknad on vahetatud viimase 10 aasta jooksul. Suurem niiskuskahjustus oli tingitud ülemise korruse torude lekkest, lisaks on tekkinud hallitus aknale. Korterit tuulutuse peamiseks põhjuseks on toidu valmistamine, koristamine ja umbne õhk. Talvisel perioodil kestab tuulutus 2-10 minutit ja suvisel perioodil 10-30 minutit. Korterit peamiseks küttesüsteemiks on ahi ja lisaks on kasutusel põrandaküte. Talvisel perioodil on peamiseks probleemiks kõikuv temperatuur.

Korter nr. 9 asub kolmandal korrusel ja eluruumide pindala on 24,4 m². Korteris elab üks elanik. Korteris on tehtud sanitaarremont viimase 10 aasta jooksul ja vahetatud aknad. Akna sisepinnale on tekkinud härmatis. Sooja toitu valmistatakse kord päevas ja pesu kuivatatakse toas kord nädalas. Talvisel perioodil tuulutatakse korterit 2-10 minutit ja tuulutuse põhjuseks on toidu valmistamine, koristamine ja umbne õhk. Suvisel perioodil tuulutatakse iga päev üle 30 minuti, kuna valmistatakse toitu, liiga palav on, koristatakse ja õhk on umbne. Korterit peamiseks küttesüsteemiks on ahiküte ja lisaks kasutatakse elektriradiaatorit. Peamiseks probleemiks on talvel kõikuv temperatuur.

Korter nr. 10 asub kolmandal korrusel ja eluruumide pindala on 27,4 m². Korteris elab üks elanik. Korteris on tehtud viimase 5 aasta jooksul sanitaarremont ja aknad on vahetatud viimase 10 aasta jooksul. Akna sisepind on muutunud uduseks akna avamisel. Kord päevas valmistatakse sooja toitu ja käiakse pesemas. Talvisel perioodil tuulutatakse korterit põhjalikult iga päev ja seda umbes 10-30 minutit. Korterit põhi küttesüsteemiks on ahiküte ja lisaks kasutatakse elektripuhurit. Peamiseks probleemiks talvisel perioodil on kõikuv temperatuur.

Akende iseloomustus

Soojusliku mugavuse suurendamist alustavad inimesed akende vahetusest. Üheksal korteril on aknad vahetatud viimase 10 aasta jooksul. Selle töö käigus on üritatud säilitada Supilinnale omane akende ruudustik. Kaheksal korteril on paigaldatud plastikraamiga topeltklaasiga aknad. Hetkel on ühel korteril ees vanad puitraamidega topelt aknad, mida on renoveeritud. Kõikides korterites on aknad hõlpsasti avatavad. Akende avamise võimalus on väga oluline, et oleks võimalik ruumide hetkeline ja intensiivne tuulutamine. Kuna majal on ventilatsioonisüsteem renoveerimata, siis tuulutamise näol on võimalik ruumide õhuvahetust suurendada ja värsket õhku ruumidesse saada. Ainult tuulutamisest ruumide ventileerimiseks ei piisa, sest talvel on akende avamine raskendatud, kuivõrs siis langeb korteri temperatuur ja elaniku tunnetatav soojuslik mugavus langeb.

Niiskuskahjustused

Niiskuskahjustuse probleeme on esinenud kolmes korteris. Kahel juhul on tegemist olnud katuse läbijooksuga ja ühel juhul torude lekkega ülemises korteris. Katuse läbijooks on hoone suur probleem, kuna katusekatte materjaliks on vana eterniit. Katust lähemalt uurides selgus, et katusekatte materjalile on tekkinud pikipraod ja katusel kasvab sammal, millest tingituna on väga tõenäoline, et tekkida võib veel katuse läbijookse.

Vastanutest üle pooltel (78%) oli esinenud akende sisepinna uduseks muutmist, nendest kõikidel kordadel oli akna uduseks muutumine tingitud söögi valmistamisest. Sellest võib järeldada, et köögis on väljatõmbeventilatsioon puudulik. Akende sisepindadele on tekkinud härmatis (56%) korterites.

Küsitluse käigus selgus, et ühes 1. korruse korteris on tekkinud hallitus kapi taha toa seinale. Selles korteris on toa põrandas keldriluuk, mille kaudu on võimalik otse keldrisse

pääseda. Keldriluuki enam ei kasutata ja see on suletud. Hallituse tekkepõhjuseks võib pidada keldriluugi augu ümbrusest läbivat niiskust, lisaks kuivatatakse toas pesu ja ventilatsioon on puudulik. Ühes 2. korruse korteris on tekkinud hallitus aknaraamile.

Pesemisvõimalusena oli korterites kasutusel dušš (78%), vann (11%) ning ühes korteris puudus pesemisvõimalus. Üle poolte korterite pesuruumide seinu ja põrandaid katab kahhelkiviplaadidest kate. Kahes korteris oli pesemiseks kasutusel plastikust dušinurgad.

Niiskuskahjustuste teket mõjutab siseruumide niiskuskoormus. Küsitluses osalenud inimeste vastustest selgus, et kõik inimesed kuivatavad pesu toas. Pesu kuivatab toas korra nädalas 67% küsitletutest ja 2-3 korda nädalas kuivatab pesu toas 22% elanikest. Ühes korteris kuivatatakse igapäevaselt pesu, millest tingituna on seal suurem oht niiskuse ja hallituse kahjustuste tekkeks.

Niiskuskoormust suurendab peale pesukuivatamise ka söögivalmistamine. Päevas korra teevad sooja toitu 78% vastanutest. Pesemisvõimalust kasutatakse üldiselt kord päevas. Elektripliit on kasutusel 78% elanikel, kuid oli ka kortereid kus oli kasutusel gaasipliit ja puupliit. Inimesed ei pruugi teada, et toataimede kastmine suurendab niiskuskoormust. Toataimi ei kasvatatud 67% korterites, kuid oli ka kortereid kus kasvas 1-5 (11%) ja isegi 5-10 (22%) toataime. Akvaariumi ja õhuniisutit ei olnud üheski korteris.

Sisekliimaprobleemid

Hea sisekliima tagamisel mängivad suurt rolli kütte- ja ventilatsioonisüsteemid. Kõikides korterites esines probleeme kütte ja ventilatsiooniga. Küsitluses selgus, et kõige tihedamini esinevaks probleemiks on korteris kõikuv siseõhu temperatuur, mis on tingitud ahiküttet ja sellest, et korterites on suured õhulekked. Kõikuva temperatuuriga seoses selgus, et 67% vastanutest kasutab põhikütte allikale lisaks ka elektrikütet. Küsitlusele vastanute seast 56% elanike jaoks on suureks probleemiks korteri erinevate ruumide temperatuuride erinevused. Esimese korruse elanike hulgast oli 75% elanike jaoks suurimaks probleemiks madal põrandatemperatuur talvel ja 25% elanikest pidas temperatuuri rahuldavaks. Teise ja kolmanda korruse korterite elanikel ei esinenud külma põranda probleemi. Ventilatsiooniga esines probleeme 44% korterites, kus elanikud töid välja, et peale pesemas käimist on peegel kaua udune või peale söögi tegemist on liialt kaua toiduvalmistamise lõhnad ruumis. Need probleemid viitavad sellele, et loomulik

ventilatsioon ei suuda tagada piisavat õhuvahetust. Küsitlusest selgus, et loomulik ventilatsioon ei suuda suvel tagada piisavas koguses värsket õhku, sellest tingituna tuulutatakse korterit terve päeva (11%), üle poole tunni (33%), 10-30 minutit (22%). Talvisel perioodil tuulutuse peamiseks vajaduseks on umbne õhk ja toidu valmistamine. Kütteperioodi ajal kestab tuulutus keskmiselt 1-2 minutit (44%) või 10-30 minutit (56%), kuna pikema tuulutuse korral langeb elanike soojusliku mugavuse tase.

Müraga ja päevavalgusega seotud probleemid

Uuringu andmete järgi kurdavad esimese ja teise korruse elanikud kõige rohkem vahelagedest tuleva müra üle (56%), mida esineb mõnikord. Tehnoseadmetest tulenev ajutine kui ka pidev müra ei ole antud hoones mureks, kuna keegi ei märkinud seda probleemiks.

Koridori ja trepikoja valgustus ei ole piisav 67% vastanute arvates. Koridori valgustust peaks uuendama ja kasutusele võtma tänapäevased säästvad lahendused, näiteks liikumisanduritega lambid ja LED pirnid.

Korterielanike märgitud terviseprobleemid

Terviseprobleemidest on kõige sagedamalt välja toodud, et kodus olles on tunda silmade ärritust (33%). Kõikidel juhtudel on see mõnikord esinev nähtus, seega ei saa seda pidada sisekliimast tingitud terviseprobleemiks.

Korterite sanitaarremont

Küsitlusele vastanud seast 67% teostab 2-5 aasta tagant sanitaarremonti, ülejäänud korterites tehakse umbes 5-10 aasta tagant. Paljudes korterites on sanitaarremondi käigus välispiirdeid seestpoolt soojustatud, et suurendada soojuslikku mugavust. Välispiirete seespoolne soojustamine võib tekitada rohkem kahju kui kasu, sest suure niiskuskooormuse juures võib veeaur kondenseeruda palgi ja soojustuse vahele ja tekitada hallituse kasvamiseks head tingimused.

KOKKUVÕTE

Käesolev magistritöö käsitleb Herne 36 puitelamu ehitustehnilise seisukorra hindamist, probleemsete aspektide välja toomist ja korterite sisekliima mõõtmist ja hindamist.

Hoone ehitustehnilise seisukorra hindamiseks on uuritud Supilinna ajalugu ja teket ning hoonestuse eripärasid. Uurimistöö eesmärgi täitmiseks on uuritud erinevaid meetodikaid, mis selgitavad, kuidas on võimalik hinnata hoone ehitustehnilist seisukorda ja konstruktsioonide korrasolu. Töös on käsitletud ka Supilinna miljöövärtuslikule hoonestusalale kehtestatud ehitamise ja säilitamise nõudeid. Toodud on ülevaade Eestis läbi viidud puitkorterelamute ehitustehnilise seisukorra hindamise uuringust.

Visuaalse välisvaatluse põhjal hinnati hoone tähtsamate ehituskonstruktsioonide, nagu vundament, seinad, vahelaed ja katus, olukorda. Hinne anti kõige halvemas seisukorras oleva osa järgi. Lisaks hinnati hoone uste ja akende seisukorda ning ka vee- ja kanalisatsioonisüsteeme, elektrisüsteeme ja küttesüsteeme. Kuna hoone asub miljöövärtuslikul alal siis vaadeldi eraldi arhitektuursete detailide olukorda. Kõikidele süsteemidele anti hinne skaalal 0,1,2,3. Hoone ehitustehniline seisukord hinnati hindegaga 1,546, mis tähendab, et elamu põhikonstruktsioonid on halvas seisukorras ja vajavad remonti või renoveerimist.

Vaatlusest selgus, et peamiselt on hoonele kahju teinud liigne niiskus, mis on tingitud hoone asukohast (soine piirkond, Emajõe lähedus). Kõige halvemas seisukorras on esimese korruse vahelagi ja seinte alumised palgid, kuna seal tuvastati mädanikkahjustused. Esimese rea palkide kahjustused on tingitud puudulikust horisontaalsest hüdroisolatsioonist, mis takistaks kapilaarniiskuse jõudmist palkideni. Selgus, et katusekate on rahuldavas seisukorras, kuna katusekattematerjali soovitatav eluiga on läbi ja on märgata pikipragusid eterniidil.

Elamu eluea pikendamiseks tuleks, hoonele teha täielik renoveerimine ja sealjuures taastada algne lai laudis ja puuduvad piirdeliistud. Lisaks tuleks tööde käigus vahetada korterite aknad puitakende vastu, mis on iseloomulikud miljöövärtuslikule alale. Renoveerimisel peab säilima ajastule kohane välisilme ja ehituskehand ning võimalikult paljusid detaile tuleb säilitada ja taaskasutada.

Kolmes korteris teostati sisetemperatuuri ja suhtelise niiskuse mõõtmised. Mõõtetulemuste analüüsimisel selgus, et korterite keskmine temperatuur mõõteperioodil oli +19,9 °C, mis vastab EVS-EN 15251:2007 standardi järgi III sisekliima klassi kriteeriumitele. Madal keskmine temperatuur võib olla põhjustatud piirdetarindite suurest õhulekkest, samuti asjaolust, et korterites olevaid ahjusid ei saa pidevalt kütta või on inimesed leppinud madalama temperatuuriga. Uuritud korterite keskmine suhteline niiskus oli 46%, mis ületas normväärtusi siis, kui välistemperatuur oli vahemikus -10 kuni 10 °C. Kõrgema suhtelise niiskuse taseme tõttu on suurem oht, et korterites võib tekkida hallituskahjustusi.

Siseõhu kvaliteedi ja ventilatsiooni toimivuse hindamiseks mõõdeti CO₂ sisaldust. Mõõtmised teostati magamistubades, kus magas öösi üks inimene. Tulemustest selgus, et keskmine CO₂ kontsentratsioon on 934 ppm, mis vastab II (B) sisekliima klassile. Korterites on loomulik ventilatsioon ja andmetest saab järeldada, et loomulik ventilatsioon ei taga magamistubades piisavat õhuvahetust, sest öine kontsentratsioon ületab 1540 ppm taset.

Kolmes korteris mõõdeti piirete õhupidavust ja uuriti õhulekke asukohtasid. Korterite keskmine õhulekkearv on $q_{50}=6,24 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ (min. $3,33 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$; maks. $11,26 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$) ja õhuvahetuvus 50 Pa juures oli $n_{50}=10,7 \text{ h}^{-1}$ (min. $5,58 \text{ h}^{-1}$; maks $7,37 \text{ h}^{-1}$). Kõigi kolme korteri õhulekkearv ületas standardis EVS 837-1:2003 välja toodud piirväärtust $3 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$. Peamisteks õhulekke kohtadeks olid põranda ja aknalengi liitekohad välisseinaga. Uuritud korterites tundsid inimesed tuuletõmbust, mis on tingitud piirde õhulekkest.

Korterite elanike seas läbi viidud ankeetküsitluse tulemustest selgus, et elanike arvates olid kõige suuremad probleemid seotud kütte- ja ventilatsiooni süsteemidega. Kõige tihedamalt esinevaks probleemiks oli korteri erinevate ruumide temperatuuride erinevused (56%), sellest tingituna tuli kasutada lisakütet (67%) ruumide temperatuuride stabiliseerimiseks.

Probleeme ventilatsiooniga esines 44% korteritest, mis olid seotud söögi valmistamisega, pesemisvõimaluse kasutamisega ja siseruumides pesu kuivatamisega.

Pesemisvõimalusena oli kasutusel dušš (78%) ja vann (11%), ühes korteris puudus pesemiseks võimalus.

Suuremal osal korteritest olid puitaknad vahetatud viimase 10 aasta jooksul plastikraamiga akende vastu, mis ei ole sobilikud miljööväärtuslikku piirkonda. Sanitaarremonti tehakse 2-5 aasta tagant (67%), mille käigus on välispiirdeid seestpoolt soojustatud, et suurendada soojuslikku mugavust.

Käesolev magistritöö annab piisavalt infot hoone ehitustehnilise seisukorra kohta, mida saavad ära kasutada korterite omanikud renoveerimise ja remonditööde jaoks. Lisaks võivad kasu saada ka Supilinna teiste hoonete omanikud, kuna paljud samal ajaperioodil samas piirkonnas ehitatud elamud on sarnases olukorras. Enne renoveerimist tuleb lasta renoveerimisprojekti koostajal tutvuda antud lõputööga, et teha selgeks hoone probleemsed kohad ja vajadusel lisa uuringud, et tööde teostamise käigus ei esineks ettenägematuid töid, millest tingituna võib ehituse maksumus tõusta või hoone miljööline väärtus langeda.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Supilinna teemaplaneeringu muinsuskaitse eritingimused. (2010). Artes Terrae OÜ. Tartu. 113 lk.
2. **Teedema, L.** (2010). Supilinna asustuse kujunemine 1704-1899. (Magistritöö). Tartu ülikooli ajaloo- ja arheoloogia instituut. Tartu. 156 lk.
3. Supilinna linnaosa miljööväärtusega hoonestusala kaitse – ja kasutamistingimused ning linnaosa maa – ja veealade üldised kasutamise – ja ehitustingimused. Teemaplaneering. (2014). Tartu: Tartu LV LPMKO ja AEO. 42 lk.
[http://info.raad.tartu.ee/webaktid.nsf/fc7763c017c9f110c22568cd004625d4/5013631987384cffc2257d7200328d4a/\\$FILE/Supilinn_TP_seletuskiri_2014.pdf](http://info.raad.tartu.ee/webaktid.nsf/fc7763c017c9f110c22568cd004625d4/5013631987384cffc2257d7200328d4a/$FILE/Supilinn_TP_seletuskiri_2014.pdf) (27.03.2017)
4. Tartu linna ehitismäärus. Tartu linnavolikogu 19. detsembri 2013.a määrus nr. 7.
<http://info.raad.tartu.ee/webaktid.nsf/web/viited/VOLM2013121900007> (27.03.2017)
5. **Hindriksoo, K.** (2010). Ehitiste tehnilise seisukorra hindamise juhend. (Magistritöö). Eesti Maaülikool, metsandus- ja maaehitus instituut. Tartu. 65 lk.
6. **Käärid, S.** (2004). Hoonete remont ja rekonstrueerimine 1. osa. Tallinn. 76 lk.
7. Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga. Uuringu lõpparuanne. (2011). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli ehitusteaduskond. 316 lk.
http://kredex.ee/public/Uuringud/TTY_Puitelamute_uuring.pdf (27.03.2017)
8. **Keskküla, T.** (2010). Mitmekorruselise hoone tehnilise ja energeetilise seisundi hindamismetoodika. - *Inseneeria*. Nr. 23, lk 42-43.
9. **Konsa, K., Pilt, K.** (2012). Hoonete biokahjustused. Tartu 154 lk.
10. EVS-EN 13187:2001. Thermal performance of buildings - Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes - Infrared method. (2001). Tallinn: Standardikeskus. 16 lk.
11. VV määrus nr. 38. Eluruumidele esitatavad nõuded. 26.01.1999 (RT I 1999, 9, 38).
12. Maaelamute sisekliima, ehitusfüüsika ja energiasääst I. Tallinna Tehnikaülikool, ehitiste projekteerimise instituut. 2011. Tallinn. 114 lk.

13. EVS-EN 15251:2007. Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatühususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast. (2007). Tallinn: Standardikeskus. 44 lk.
14. CR 1752. Ventilation of buildings – Design criteria for the indoor environment. (1998). Brussels: European Committee for Standardization. 73 lk.
15. EVS 839:2003. Sisekliima. (2003). Tallinn: Eesti Standardikeskus. 10 lk.
16. EVS-EN ISO 13788:2012. Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation. (2012). Tallinn: Eesti Standardikeskus. 40 lk.
17. **Kalamees, T.** (2006). Niiskus- ja soojuslikud kriteeriumid hoonete projekteerimiseks ja simulatsiooniks. (Doktoritöö). Tallinna Tehnikaülikool. Tallinn. 85 lk.
18. **Sanders, C.** (1996) IEA-Annex 24 HAMTIE, Final Report, Volume 2, Task: Environmental conditions. Laboratorium Bouwfysica, K.U.-Leuven, Belgium
19. Eesti eluasemefondi telliskorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga. Uuringu lõpparuanne. (2010). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli ehitusteaduskond. 227 lk.
<http://kredex.ee/public/Uuringud/ttu.pdf> (27.03.2017)
20. Euroopa Keskkonnaagentuur. (2013). Siseõhu kvaliteet. – Signaalid 2013 Õhk, mida me hingame lk 49-53.
21. **Täheväli Stroh, L.** (2005). Maja ja niiskus: Praktilisi nõuandeid niiskuskahjustuste ennetamiseks. 95 lk.
22. EVS-EN 13829:2001. Hoonete soojuslik toimuvus. Hoonepiirete õhupidavuse määramine. Ventilaatoriga survestamise meetod. (2001). Tallinn: Standardikeskus. 26 lk.
23. EVS 837-1:2003. Piirdetarindid. Osa 1: Üldnõuded. (2003). Tallinn: Eesti Standardikeskus. 28 lk.
24. D5. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. (2012). Ohjeet.

SUMMARY

The current master's thesis covers the evaluation of Herne 36 wooden residential building from a construction-technical point of view, highlighting its problematic aspects and also the measuring evaluation of its indoor climate.

To evaluate the building's construction-technical situation, the founding and history of Supilinn and its buildings has been researched. To fulfill the goal of this research, different methods have been studied, which explain how it is possible to evaluate a building's construction-technical situation and the state of its constructions. This research also covers the requirements of building and reservation for the building areas with valuable milieu in Supilinn. There is also an overview of researches conducted in the field of wooden residential buildings from construction-technical standpoint.

The more vital parts of the buildings' structure such as foundation, walls, roof and ceilings were evaluated by visual examination. The objects of research were graded for the part in the worst state. In addition, the buildings' doors and windows, water, sewage, electrical and heating systems were evaluated. As the building is situated in an area with valuable milieu, the architectural details were also taken into consideration. All the systems were graded on a scale of 0 - 3. The construction-technical state of the researched building was graded with 1,546 – which suggests that its vital structures are in bad shape and in need of either an overhaul or renovation.

Examination revealed that the main culprit of the building's woes is the excess humidity, which is derivative to its location (boggy land, the proximity of Emajõgi). Worst off are the ceiling on the ground level and the lower beams on the walls, which are damaged by rot. The damages on the first row of beams are caused by non-existent horizontal hydro-isolation, which could prevent capillary humidity from reaching the beams. It became apparent, that the roofing is merely in satisfactory state, since there are vertical cracks showing in the asbestos-cement sheets.

To extend the life-expectancy of the building, it should be fully renovated and the original broad tiling on the walls and batten strips should be restored. In addition, the current

windows should be replaced by ones with wooden frames, which are characteristic to the buildings in the area. The architectural era-appropriate exterior impression and framework must be preserved, the original details should be conserved and reused as much as possible.

Three apartments were subject to measuring of interior temperature and relative humidity. Deep analysis of the results show that the average temperature in the apartments during the measuring period was +19.9 °C, which by the EVS-EN 15251:2007 standard fits in the III class interior climate criteria. The low average temperature might be caused by extensive air leaks of the envelope. Also by the circumstance that either the furnaces inside the apartments cannot be continuously heated or that the inhabitants have settled with lower temperatures. Relative humidity in the examined apartments was 46%, which exceed the norm values when outside temperature was between -10 and 10 °C. Due to higher average humidity, there is a threat of mold damages setting in.

For the evaluation of interior airflow and quality of ventilation, the concentration of CO₂ was measured. The measuring took place in bedrooms that only one person was using. The results showed that the average CO₂ concentration is 934 ppm, which fits II (B) interior climate classification. The apartments are equipped with natural ventilation and the data highlights that it does not provide enough airflow in bedrooms, because night-time concentration exceeds the level of 1540 ppm.

Three apartments were examined for shell air-leaks and their locations. The average air-leak value of those apartments is $q_{50}=6,24 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ (min. $3,33 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$; max. $11,26 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$) and air exchange at 50 Pa $n_{50}=10,7 \text{ h}^{-1}$ (min. $5,58 \text{ h}^{-1}$; max $7,37 \text{ h}^{-1}$). The results of all three apartments exceeded EVS 837-1:2003 limit of $3 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$. Main air-leak locations were the connections between floor and windows to the exterior wall. The inhabitants said to have felt draught inside the apartments, due to the air-leaks in the shell of the building.

An enquiry was held between the inhabitants of examined apartments and the results showed that the inhabitants' biggest worries were with heating and ventilation systems. The most frequent problem was temperature difference between different rooms in the

apartments (56%) and because of it, additional heating (67%) was necessary to stabilize the temperatures throughout the apartments.

Ventilation problems occurred in 44% of the apartments, which correlated with cooking, showering or drying clothes. Showering (78%) and bathing (11%) were the washing options, with one apartment having no options for washing. Most of the apartments have had the wooden windows replaced by the plastic-framed windows, which are not fitting into the milieu of the building's area. The sanitary renovations are taking place every 2-5 years (67%), during which the shell has been insulated from the inside to increase temperature comfort.

Present work of master's hands out enough information and data about the building's construction-technical state, which can be used by the owners of the apartments for renovation and repairs. In addition, it can also be beneficial to the rest buildings' owners in Supilinn, as many buildings built in the same era have a similar condition. Before renovation, the necessary evaluation of building's construction-technical situation must be overseen by the compiler of the renovation project to avoid unforeseen circumstances which could lead to additional construction expenses or the loss of the valuable milieu of the building.

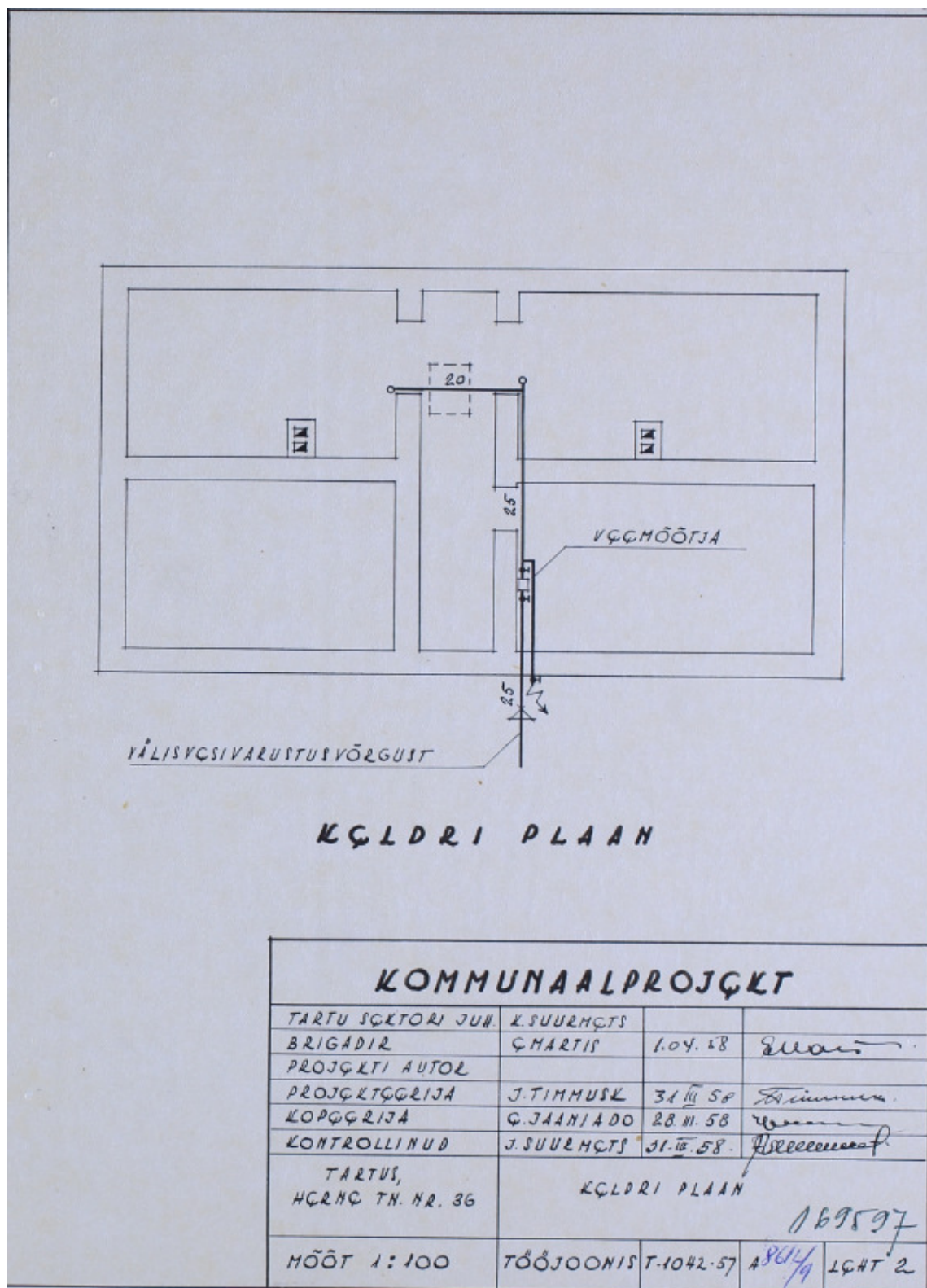
LISAD

Lisa 1. Inventariseerimise joonised



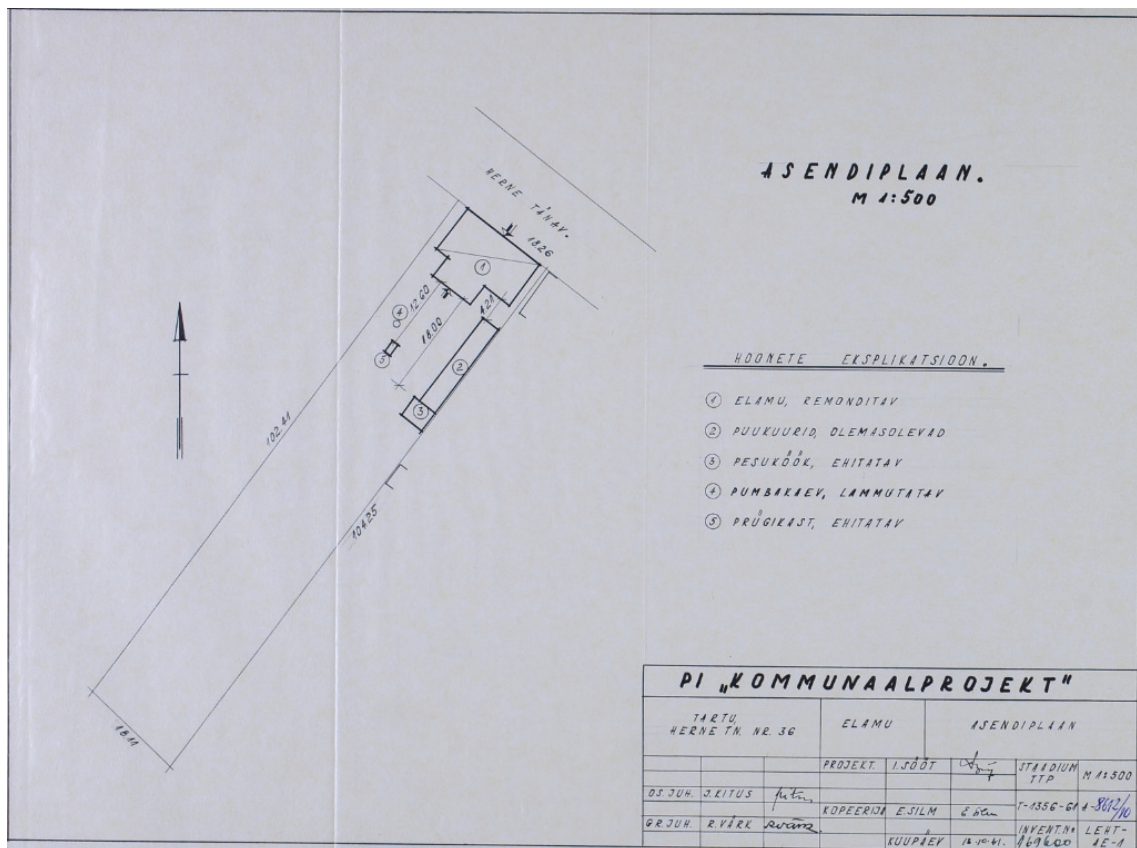
Joonis L 1-1. Inventariseerimise joonised. Asendiplan

Lisa 1 järg



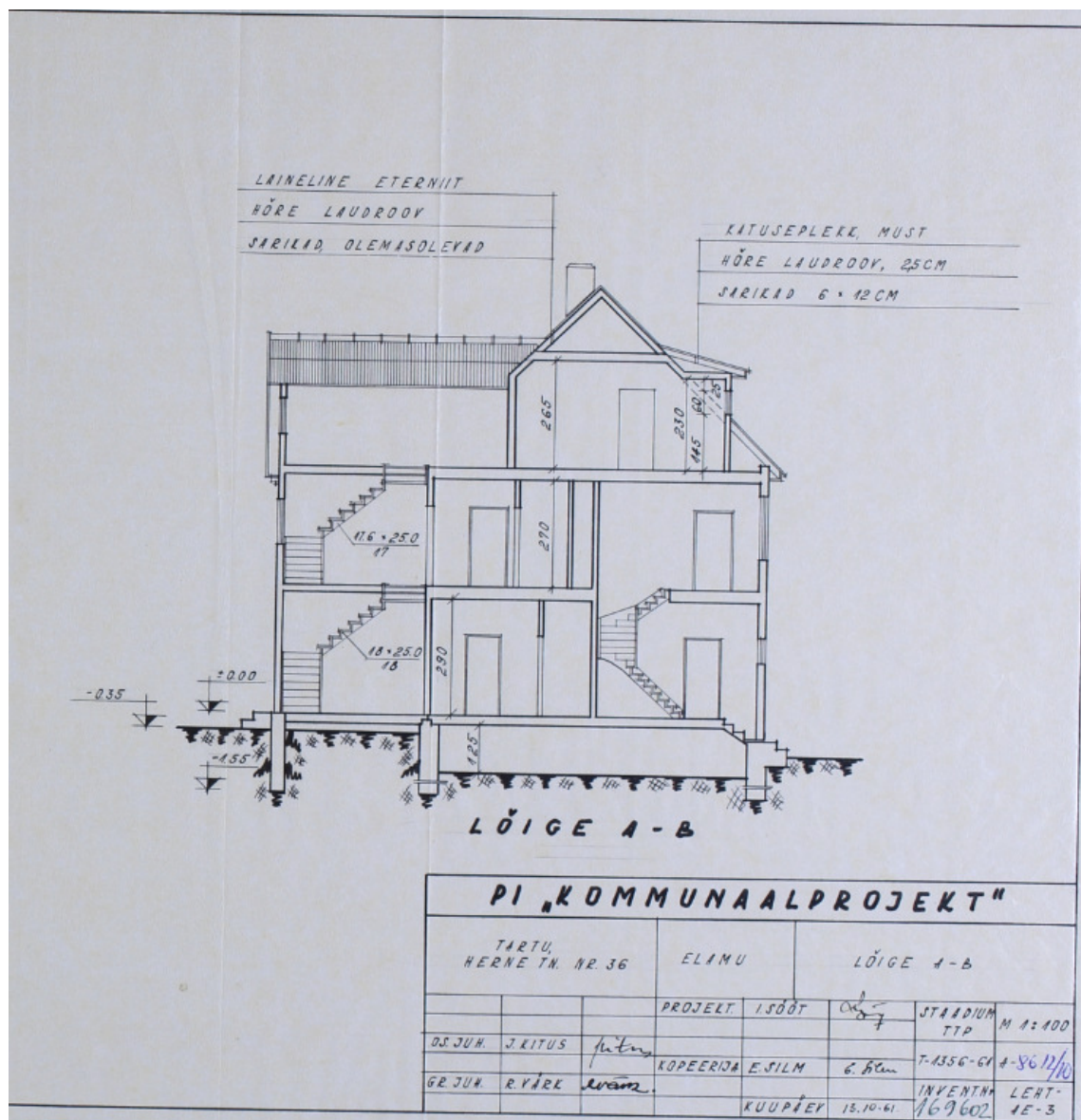
Joonis L 1-2. Inventariseerimise joonised. Keldriplaan

Lisa 1 järg



Joonis L 1-3. Inventariseerimise joonised. Asendiplaan

Lisa 1 järg

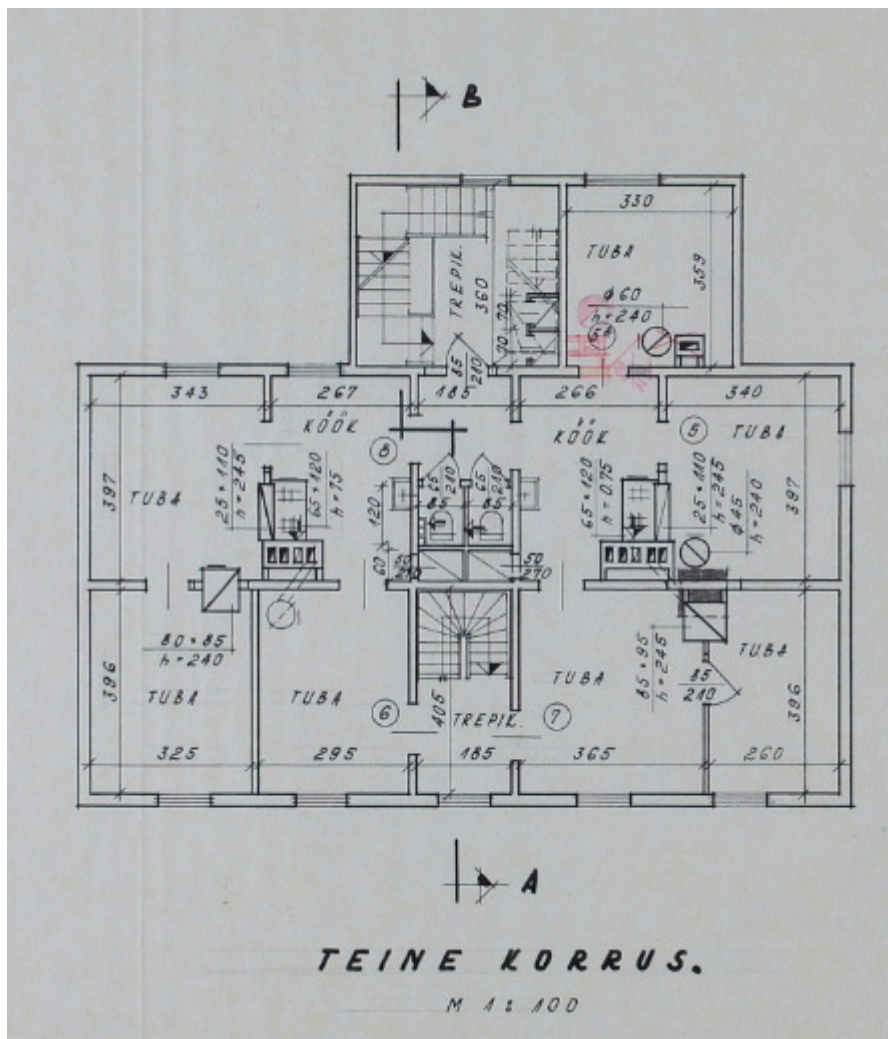


Joonis L 1-4. Inventariseerimise joonised. Hoone lõige A-A

[illegible]

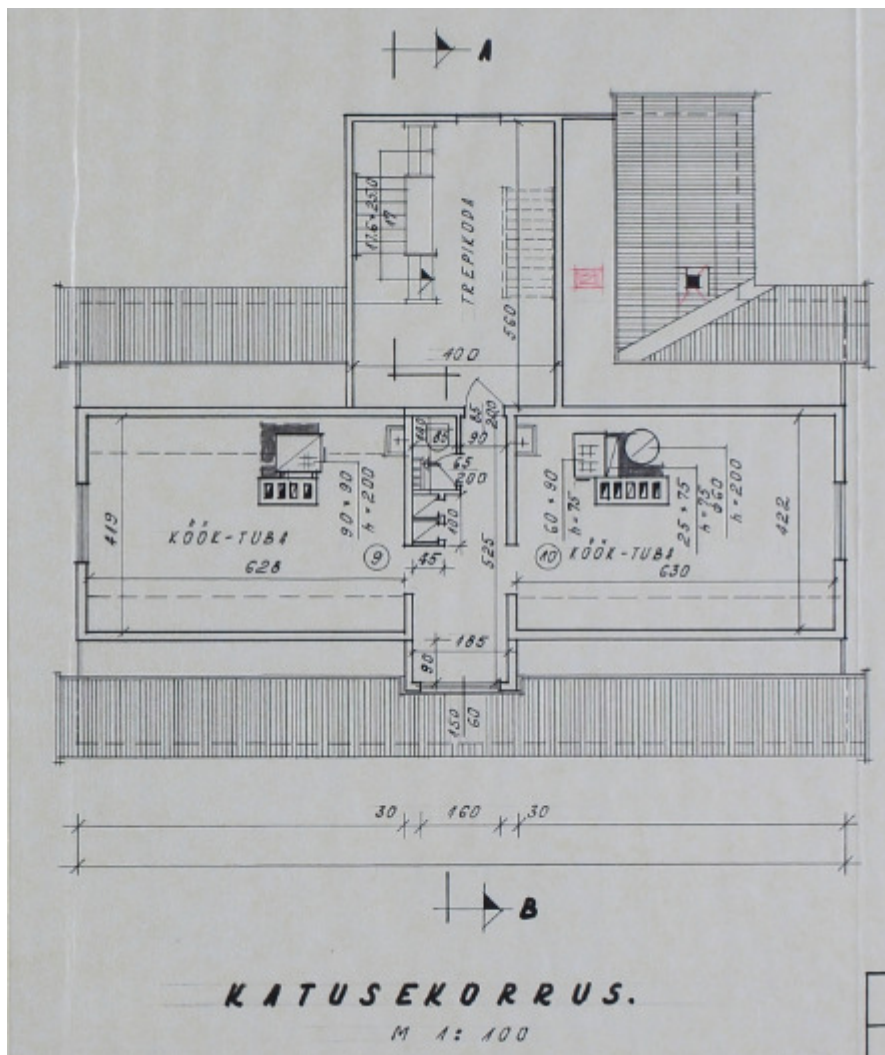
72

Lisa 1 järg



Joonis L 1-6. Inventariseerimise joonised. 2.korruse plaan

Lisa 1 järg



Joonis L 1-7. Inventariseerimise joonised. 3. korruse plaan

Lisa 2. Korteril elanike ankeetküsitluse blankett

Tabel L 2.1. Korteril elanike ankeetküsitluse blankett (Kalamees T)

Mis aastast elate selles korteris:		Elaniku eelmine elamispiind: 1: vanemate juures 2: rendi pind 3: suurem „oma“ korter 4: väiksem „oma“ korter 5: muu, mis	
Kas omand või rendikorter:		Elanike arv korteris:	
Laste arv:		Täiskasvanute arv:	
Lemmikloomade arv:		Talveperioodil elanikke 1. hommikul: 2. päeval: 3. õhtul: 4. öösel:	
Suveperioodil elanikke 1. hommikul 2. päeval 3. õhtul 4. öösel		Mitmendal korrusel asub korter	
Kas aknad on vahetatud viimase 10 aasta jooksul? 1: jah 2: ei		Suuremad niiskuskahjustused/aeg 1: torude leke 2: katuse läbijooks 3: pinnaseniiskus 4: vihmavesi seintes 5: WC/vannituba: 6: muu (mis):	
Suuremad garantiitööd 1: praod seintes 2: vannitoa/WC remont 3: 4:		Millal tegite viimati sanitaarremonti? 1: 1 aasta tagasi 2: 2-5 aastat tagasi 3: 5-10 aastat tagasi 4: >10 aastat tagasi	
Akende tüüp 1: 2 raamiga, milles on üks klaaspakett (kokku 3 klaasi) 2: 2xklaaspakett ühes raamis 3: 3xklaaspakett ühes raamis 4: ühe raamiga, milles on 2-3 klaasi 5: muu, mis		Aknaraami materjal 1: puit 2: plast 3: metall	

Lisa 2 järg

Akende avatavus 1: kõik aknad on (hõlpsalt) avatavad 2: igas toas on avatav aken 3: on eluruume, kus aknet avada ei saa		Kas akna sisepind muutub uduseks? 1: jah 2: jah, seotud söögi tegemisega 3: jah, hommikuti 4: jah, pesu kuivatades 5: jah, muu (mis tegevus) 6: ei	
Kas akna sisepinnale tekib härmatis? 1: jah 2: ei		Kas toa sisepinnale on tekkinud hallitus? 1: ei 2: jah, kus	
Pesemisvõimalused korteris 1: dušš 2: vann 3: saun		Kui tihti kasutatakse dušši või vanni (DUŠŠ) näiteks kui 3inim. 1xpäevas: 3 1: 1 kord päevas 2: 2 korda päevas 3: 3 korda päevas 4: >3 korda päevas 5: kord nädalas ja harvem	
Vannitoa/WC veetõke on tehtud 1: põrandale 2: seinale dušši-vanni-kraanikausi juures 3: veetõke puudub		Aluspõrand on märjas ruumis 1: kiviplaad kate 2: rullkate 3: muu (mis)	
Seinakate on 1: kiviplaad kate 2: rullkate 3: muu (mis)		Kas kasutate korteris õhuniisutit? 1: ei 2: jah 3: kasutame suvel 4: kasutame talvel	
Mitu korda päevas teete kodus süüa (sooja toitu) 1: 1 2: 2 3: 3 ja rohkem		Veega põranda pesu, koristamine 1: 1 kord päevas 2: 2-3 korda nädalas 3: kord nädalas või harvemini	
Kas pesu kuivatatakse siseruumides 1: ei 2: pesu kuivab õues, rõdul 3: pesu kuivab pesukuivatis 4: mõnikord (juhuslikult) 5: jah, vannitoas/xnädalas 6: jah, toas/xnädalas		Akvaarium 1: on 2: ei ole	

Lisa 2 järg

Toataimede arv korteris 1: ei ole 2: 1-5 3: 5-10 4: >10		Ventilatsioonisüsteemi tüüp 1: loomulik ventilatsioon 2: loomulik vent. + meh. köögikubu 3: mehaaniline väljatõmme värskeõhuklapp pole 4: meh.vent + värskeõhu klapid akendes 5: meh.vent + värskeõhu klapid seintes 6: meh.vent + värskeõhuradiaatorid 7: meh.sissepuhe/väljatõmme 8: meh.sissepuhe/väljatõmme + soojustagasti 9:süstemaatiline akende kasutamine ventileerimiseks	
Vanemate magamistoa aknad on öösel 1: üldiselt avatud 2: avatud vaid suvel 3: üldiselt suletud		Laste magamistoa aknad on öösel 1: üldiselt avatud 2: avatud vaid suvel 3: üldiselt suletud	
Mis on akna lahti hoidmise peapõhjus		Vanemate magamistoa ukсед on öösel 1: üldiselt avatud 2: avatud vaid suvel 3: üldiselt suletud	
Lastetoa ukсед on öösel 1: üldiselt avatud 2: avatud vaid suvel 3: üldiselt suletud		Mis on vaheukse lahti hoidmise peapõhjus	
Kui tihti tuulutate korterit suvel põhjalikult uksi/aknad avades 1: alla ühe korra nädalas 2: 1-3 korda nädalas 3: iga päev 4: päevas mitu korda		Tuulutus kestab suvel 1: 1-2 minutit: 2: 2-10 minutit: 3: 10-30 minutit 4: kauem, kui 30 minutit:	
Tuulutus kestab talvel 1: 1-2 minutit: 2: 2-10 minutit: 3: 10-30 minutit: 4: kauem, kui 30 minutit		Tuulutuse peapõhjused on 1: toidu valmistamine 2: suitsetamine 3: koristamine 4: õhk on umbne 5: liiga palav 6: muu (mis)	

Lisa 2 järg

Meh. ventilatsioon on reguleeritav 1: käsitsi 2: automaatselt 3: ei ole reguleeritav 4: koos valgustusega		Vannitoa/WC uks on 1: lävepakuta 2: tuulutusrestiga 3: madala lävepakuga 4: tavalise lävepakuga	
Kas vent. asend on sama 1: öösel / päeval? 2: kodus olles / kodust ära olles?		Muud märkused ventilatsiooni kohta	
Põhi küttesüsteem 1: radiaatorküte 2: põrandaküte 3: põrandaküte WC-s, vannitoas või saunas 4: ahiküte (kas põhi või lisaküte) 5: õhkküte 6: muu, mis		Abi küttesüsteem 1: radiaatorküte (el) 2: põrandaküte 3: põrandaküte WC-s, vannitoas või saunas 4: ahiküte (kas põhi või lisaküte) 5: õhkküte 6: muu, mis	
Küttesüsteemi tüüp 1: ühe toru süsteem 2: kahe toru süsteem 3: muu (mis)		Kas radiaatorid on reguleeritavad? 1: jah, on termostaat 2: jah, on tavaline kraan 3: ei ole	
Muud märkused küttesüsteemi kohta		Jahutussüsteemi tüüp 1: ei ole 2: on (sise-välisseadmega) 3: on (siseseadmega)	
Kütuse tüüp 1: otsene elektriküte 2: salvestav elektriküte 3: õliküte 4: puuküte 5: maaküte 6: õhu-soojuspump 7: gaasiküte 8: kaugküte 9: muu (mis)		Tuleohutusnõuded 1: autonoomne tulekahjusignalisatsiooniandur köögis 2: autonoomne tulekahjusignalisatsiooniandur eluruumis	

Lisa 2 järg

Köögipliit 1: gaasipliit 2: elektripliit		Gaasiseadmete ülevaatus 1: ülevaatus tehtud 2: ülevaatus tegemata	
Logeriga ruumi akende ilmakaar 1: aknad on suunatud põhja 2: aknad on suunatu itta 3: aknad on suunatud läände 4: aknad on suunatud lõunasse			

Elaniku ankeet

Kütte-ventilatsiooni probleemide suurus			
Siseõhu temperatuur talvel	Liiga soe	1 2 3 4 5 6 7	Liiga külm
	Püsiv temperatuur	1 2 3 4 5 6 7	Kõikuv temperatuur
Põranda temperatuur talvel	Liiga soe	1 2 3 4 5 6 7	Liiga külm
Tõmbetuul talvel	Suur tuuletõmbus	1 2 3 4 5 6 7	Tuuletõmbust pole
Siseõhu kvaliteet talvel	Värske õhk	1 2 3 4 5 6 7	Umbne õhk
	Lõhnatu	1 2 3 4 5 6 7	Halb lõhn
	Kuiv	1 2 3 4 5 6 7	Niiske
Staatilise elektri probleemid talvel	On probleem	1 2 3 4 5 6 7	Ei ole probleem
Siseõhu temperatuur suvel	Liiga kuum	1 2 3 4 5 6 7	Liiga jahe
	Püsiv temperatuur	1 2 3 4 5 6 7	Kõikuv temperatuur
Tõmbetuul suvel	Suur tuuletõmbus	1 2 3 4 5 6 7	Tuuletõmbust pole
Siseõhu kvaliteet suvel	Värske õhk	1 2 3 4 5 6 7	Umbne õhk
	Lõhnatu	1 2 3 4 5 6 7	Halb lõhn
	Kuiv	1 2 3 4 5 6 7	Niiske
Kütteseadmete müra	Pole probleem	1 2 3 4 5 6 7	On probleem
Ventilatsiooniseadmete mõra	Pole probleem	1 2 3 4 5 6 7	On probleem

Kütte-ventilatsiooni probleemide sagedus	Jah, tihti (iga nädal)	Jah, mõnikord	Ei
Liiga madal temperatuur talvel			
Liiga kõrge temperatuur suvel			
Kõikuv temperatuur talvel			
Kõikuv temperatuur suvel			
Tuuletõmbus talvel			
Tuuletõmbus suvel			

Lisa 2 järg

Õhk on umbne			
Ebameeldiv lõhn			
Kuiv õhk			
Temperatuur ei ole eri ruumides sama			
Temperatuuri reguleerimisvõimalus pole piisav			
Radiaatorid ei soojene ühtlaselt			
Kas kasutate lisakütet (lisaks põhiküttesüsteemile)			
Vannitoa väljatõmme pole piisav (peegel kaua udune, köögis söögitegemise lõhnad kaua)			
WC väljatõmme pole piisav (lõhnad kaua ruumis)			
Teiste korterite söögi lõhnad tungivad tuppa			
Teiste korterite tubakasuitsu lõhnad tungivad tuppa			
Sisepindade tolmusus			
Kas korteris suitsetatakse?			

Hinnang elanike tervisele	Jah	Jah, mõnikord	Ei
Kas teil on astmaatilisi tervisehäireid			
Kas teil on allergilisi sümptomeid			
Kas tunnete kodus põhjendamatud väsimust			
Kas teil on kodus sagedased peavalu probleemid			
Kas teil on kodus sagedased uimasuse probleemid			
Kas teil on kodus keskendumise raskused			
Kas te tunnete kodus silmade ärritust			
Kas te tunnete kodus kurgu kuivust, allergilist köha			
Kas teil tekib kodus nahale löövet			

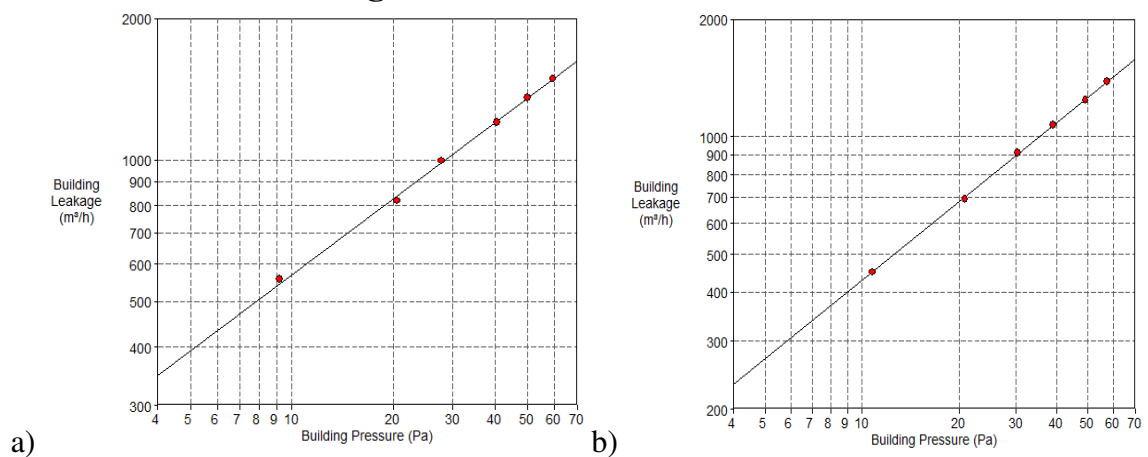
Lisa 2 järg

Müra probleemid	Jah, tihti (iga nädal)	Jah, mõnikord	Ei
Vahelaed			
Vaheseinad			
Tehnoseadmed (pidev)			
Tehnoseadmed (ajutine)			

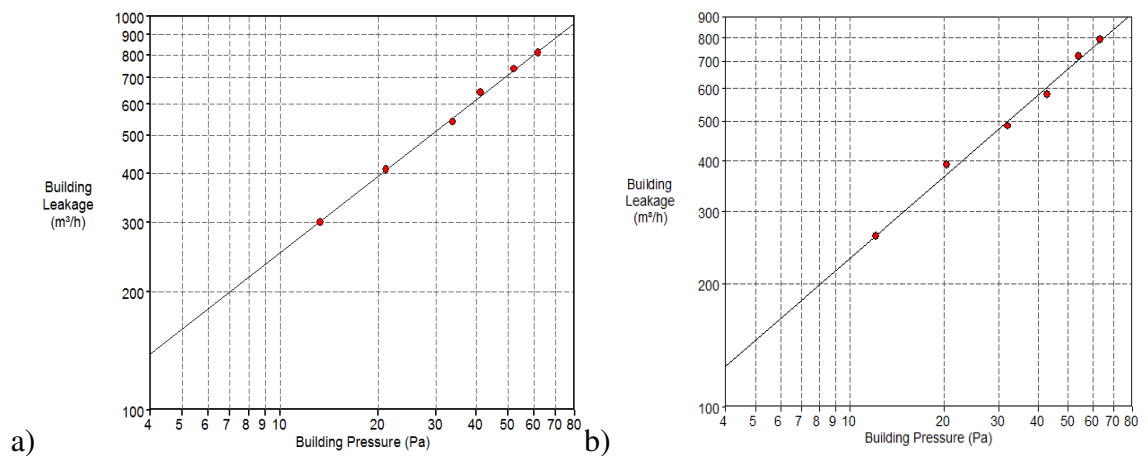
Päevavalgustuse probleemid	Jah, tihti (iga nädal)	Jah, mõnikord	Ei
Siseruumides ei ole piisavalt päevavalgust			
Koridoride-trepikodade valgustus ei ole piisav			

Koht	korras	puudus	rike	avarii
Korter, remondi vajadus				
Seinte olukord				
Lagede olukord				
Põrandate olukord				
Siseuste olukord				
Vannitoa, WC ja köögi märgade tsoonide veetõke				
Pinnaniiskuse kaardistus				
Hallitusjäljed välisseinal				
Hallitusjäljed märgades ruumides				

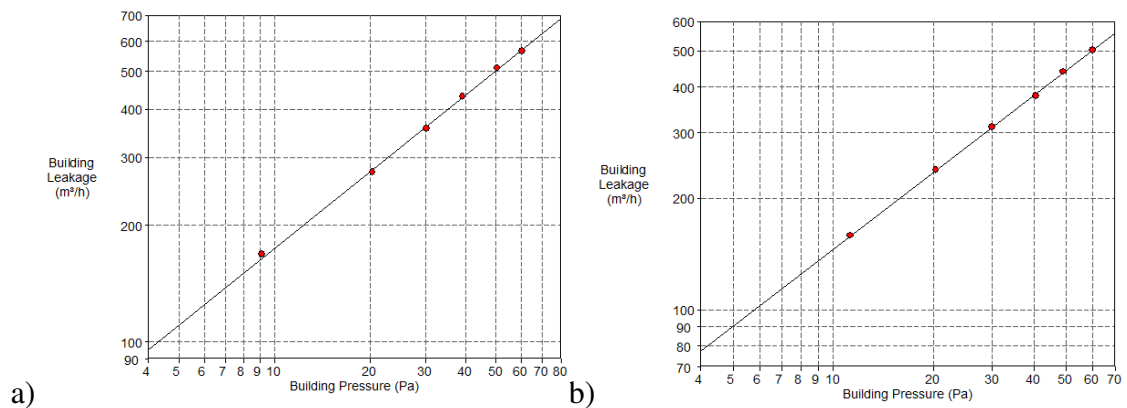
Lisa 3. Õhulekke graafikud



Joonis L 3.1 Lekkeõhuvoolud korteris number 1, (a) alarõhul, (b) ülerõhul



Joonis L 3.2 Lekkeõhuvoolud korteris number 8, (a) alarõhul, (b) ülerõhul



Joonis L 3.3 Lekkeõhuvoolud korteris number 10, (a) alarõhul, (b) ülerõhul

Lisa 4. Fotod



Joonis L 4-1. Herne tänava poole fassaad



Joonis L 4-2. Hoovipoolne tagumine külg

Mina, _____,
(autori nimi)

sünniaeg _____,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

_____,
(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja(d) on _____,

(juhendaja(te) nimi)

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

(allkiri)

Tartu, _____

(kuupäev)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)